EXPOSÉ DES TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

(1892-1905)

DE

M. Gustave LOISEL

DIRECTEUR DU LABORATOIRE D'EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE ET EXPÉRIMENTALE
A L'ÉCOLE DES HAUTES-ÉTUDES
PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES



PARIS
IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

1906






I

TITRES

GRADES UNIVERSITAIRES

Officier de santé, 1887.
Licencié ès sciences naturelles 1890.
Docteur en médecine, 1895.
Docteur ès sciences naturelles, 1896.

FONCTIONS

A. — *Dans l'enseignement.*

Préparateur de Tératologie à l'École pratique des Hautes-Études en 1893.
Préparateur du cours d'Histologie à la Faculté de médecine en 1896.
Préparateur à la Faculté des sciences, 1894.
Professeur d'Histoire naturelle à l'École alsacienne, 1895.
Professeur suppléant de Zoologie aux Cours secondaires de la Sorbonne en janvier 1900 ; chargé de cours en mai 1900 et professeur titulaire en 1902.
Directeur du Laboratoire d'Embryologie générale et expérimentale à l'École pratique des Hautes-Études, 1905.
Mission zoologique à Guéthary, en 1896, pour le service du P.C.N. à la Faculté des sciences de Paris.

B. — *Hors de l'enseignement.*

Externe des hôpitaux de Caen (concours), 1883.
Interne des hôpitaux de Caen (concours), 1884.
Médecin-Interne à l'Hôtel-Dieu, 1887.

COURS ET CONFÉRENCES

A. — *Dans l'enseignement supérieur.*

Conférences hebdomadaires aux travaux pratiques d'Embryologie. — Conférences pour le certificat d'Embryologie (1901, en remplacement du chargé de cours empêché).

Conférences d'Anthropogenèse à l'École d'anthropologie, 1902-1905.

Cours libre et Travaux pratiques libres d'Embryologie comparée de l'Homme et des Mammifères, autorisés près la Faculté des sciences de Paris, 1898-1904.

Conférences et Travaux pratiques au Laboratoire d'Embryologie générale de l'École pratique des Hautes-Études, 1905-1906.

B. — *Dans l'enseignement secondaire.*

Cours de Zoologie à la Sorbonne (Association pour l'enseignement secondaire des jeunes filles).

Cours d'Histoire naturelle à l'École alsacienne.

C. — *Dans l'enseignement populaire.*

Depuis 1903, nous faisons tous les étés, aux Universités populaires du ve et du xiiie arrondissement, des conférences hebdomadaires du soir portant sur différents points de la Biologie (origine actuelle des êtres ; génération spontanée ; œuf, développement et métamorphoses ; formation du corps humain ; harmonies et désharmonies dans la nature, etc.).

TITRES HONORIFIQUES ET RÉCOMPENSES SCIENTIFIQUES

Médaille d'or, Anatomie et Physiologie (École de médecine de Caen, concours Lesauvage (1886).

Médaille d'or, Cliniques (École de médecine de Caen, concours Dan de la Vauterie (1887).

Premiers prix de fin d'année (École de médecine de Caen, 1885-86-87).

Médaille de bronze de la Faculté de médecine de Paris (Prix de Thèse, 1894).

Lauréat de l'Institut (Prix Godard, 1902).

SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES

Secrétaire du Comité de la section d'Histologie et d'Embryologie, au xiiie Congrès international de médecine, Paris, 1900.

Membre de la Société d'Anthropologie (comité central).
Membre de la Société de Biologie.
Membre de l'Association française pour l'avancement des sciences (comité d'administration).

COLLABORATION ET JOURNALISME SCIENTIFIQUE

Collaborateur pour les parties : Zoologie, Paléontologie et Biologie générale au *Dictionnaire encyclopédique*, dirigé par M. Camille Flammarion.

Chargé de la Revue annuelle d'Embryologie à la *Revue générale des sciences*, dirigée par M. Louis Olivier.

Rédacteur au *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, dirigé par M. Mathias Duval.

II

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

INTRODUCTION

Disciple fidèle du Maître qui nous a fait connaître la doctrine de l'Évolution, nous avons voulu présenter l'exposé de nos travaux de façon que l'on puisse voir par quelles étapes successives, par quels enchaînements d'idées et de circonstances, nous sommes arrivé à l'état actuel de notre activité scientifique.

Bien que nous soyons convaincu que la vie de l'homme, en général, soit déterminée par l'histoire de sa naissance et ensuite par celle de ses premières années, on n'attend pas de nous l'histoire de notre vie. Nous rappellerons donc seulement, à titre de souvenir, notre passion d'enfant pour l'Entomologie; cette passion naquit en nous, sans doute, lorsque nous accompagnions nos parents dans les travaux des champs, mais elle fut entretenue et rendue réellement fertile par la direction intelligente et dévouée de notre premier maître, M. Larcher, instituteur à Méry-Corbon, à la mémoire duquel nous sommes heureux de pouvoir rendre ici un hommage de reconnaissance.

En quelques années, nous avions collectionné et catalogué la plus grande partie des Coléoptères de la vallée d'Auge, en Normandie; nous avions lu ces livres de vulgarisation si intelligemment écrits pour la jeunesse : « Le Monde des Insectes » de S. Henri Berthoud, « Les Métamorphoses des Insectes » de Maurice Girard, et « Les Insectes » de Louis Figuier.

Aussi, quelques années plus tard, quand nous pûmes lire ou même résumer, en grande partie, d'abord les « Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes » de Réaumur, le premier livre vraiment scientifique que nous ayons pu nous procurer, puis quelques volumes de Latreille et enfin « Les Insectes » de Brehm, nous ne tardâmes pas à connaître ce groupe d'animaux plus complètement certes que nous le connaissons aujourd'hui.

Pendant longtemps, nous restâmes isolé dans notre charmante vallée, mais notre pensée rêvait souvent de Scarabées énormes, de Papillons grands comme la main. Le désir d'aller chasser dans les pays où se trouvaient ces merveilles devint pour nous une idée fixe. Aussi, dès notre arrivée à Paris, dans le laboratoire du professeur Mathias Duval, notre premier soin fut de chercher les moyens

de faire un voyage au Brésil. Nous trouvâmes bientôt l'occasion de réaliser notre désir dans des conditions toutes spéciales. En 1891, nous nous embarquions, comme médecin, sur le *Cordoba*, un navire de la Compagnie des Chargeurs réunis, qui devait remonter le Parana, après avoir visité les ports de la côte orientale du Brésil et de l'Uruguay. Cs sont des extraits du Journal de notre *Voyage dans l'Amérique du sud*, que nous rapportons ici; nous ne les donnons que pour mémoire, car ils ne sauraient avoir aujourd'hui plus de prétention qu'ils n'en avaient alors que nous les écrivions.

Nous nous embarquâmes au Havre le 27 mai et, aprés avoir visité Lisbonne, aprés avoir admiré en passant le pic de Ténériffe, nous arrivâmes sur les côtes du Brésil, à Pernambouc. Mais c'est seulement à Maceio que nous pûmes commencer réellement notre voyage de naturaliste.

Maceio est une ville de quelques milliers d'habitants, dépourvue de toute espéce de caractére. Pour un simple touriste elle paraîtrait d'une monotonie désespérante; pour nous, elle nous donna le plaisir d'y vivre quelques-unes des heures les plus charmantes de notre voyage. Il est vrai que nous ne tardâmes pas à abandonner ses rues et ses jardins, où nous aurions pu déjà ramasser de nombreux Scorpions et même quelques Serpents; mais nous allâmes beaucoup plus souvent pêcher sur les rochers qui se découvrent à marée basse, en face du fort de Jurugua ou le long de la côte coralliaire du village de Païjucara. La grande forêt vierge surtout nous attirait. C'est à sept ou huit heures de marche à pied, de l'autre côté de la Laguna de Norte, que nous l'atteignîmes réellement. Il nous fallut prés de deux jours pour y arriver, en marchant pour ainsi dire à la boussole, car la route, dans laquelle nous avait dés l'abord engagé le guide que nous avions pris avec nous, ne devint bientôt plus qu'un sentier de mules.

Du reste, cette forêt nous réservait une désillusion, car, en dehors des éclaircies pratiquées par le feu ou des sentiers, il nous fut impossible de nous engager réellement sous bois, tant la végétation était touffue et impénétrable à l'endroit où nous l'abordâmes. Notre voyage fut loin d'être du temps perdu, cependant, pour le médecin-naturaliste que nous étions alors. C'est d'abord dans ce trajet, de Maceio à la forêt vierge, que nous pûmes voir, pour la première fois en liberté, dans les lagunes des environs, des Caïmans. Ces animaux, que l'on appelle dans le pays des Jacaré, étaient relativement peu répandus et ne paraissaient pas effrayer beaucoup notre guide.

Par contre les Scorpions et les Serpents pullulaient littéralement et, pourtant, nous n'avons pas entendu dire que ces animaux occasionnassent beaucoup de mortalités dans le pays; c'est, nous affirmait-on, « parce que la piqûre du Scorpion donne seulement la fiévre et parce que les Serpents, fuyant toujours l'homme à son approche, sont plus dangereux morts que vivants ». Nous avons pu constater plusieurs fois, en effet, que les indigénes de ce pays avaient une grande appréhension non seulement des dents de Serpents morts, mais encore de n'importe quel ossement desséché que l'on rencontre parfois dans la marche. Ils disent qu'une écorchure faite avec un fragment de ces os peut être aussi dangereuse que la morsure du Serpent lui-même. Aussi ont-ils grand soin d'enterrer profondément chaque cadavre de reptile venimeux qu'ils rencontrent.

Nous avons appris également, dans ce voyage, que l'on guérit très facilement, paraît-il, le rhumatisme et la syphilis au moyen d'une sorte de liane appelée *gito*; et que les pointes de hernies disparaissaient promptement sous l'action d'un emplâtre fait avec une sorte de caoutchouc qui s'écoule d'un arbre appelé *mangale*. Enfin, nous avons eu l'occasion de voir traiter empiriquement une entorse par le singulier moyen suivant, qui, assurait-on, doit guérir, en quelques jours, les traumatismes des articulations, même les plus graves. La région malade, c'était le « coup de pied », fut enveloppée avec de l'ouate imbibée d'alcool, puis saupoudrée de résine concassée; ensuite le « rebouteur » mit le feu à l'alcool et la résine, en fondant, se mélangea avec les couches superficielles de l'ouate, de sorte qu'il en résulta la formation d'un véritable appareil compressif inamovible.

De Maceio, nous allâmes à Bahia, où nous ne fîmes guère que passer, réservant tout notre temps à la visite de la ville et des environs immédiats qui sont si jolis. C'est du reste à Rio de Janeiro et à Santos que nous comptions rester le plus longtemps et y faire une belle récolte d'insectes. Nous arrivâmes à Rio le 25 juillet, après avoir été suivis par un grand nombre de Marsouins et après avoir croisé une bande de cinq Baleines, dont l'une passa si près de nous qu'elle emporta le lock qui traînait à l'arrière du navire. Pendant notre séjour dans la capitale du Brésil, nous pûmes explorer, en particulier, les hautes collines couvertes de forêts qui sont situées entre les monts Corcovado et la Tijuca ainsi que les environs de la Laguna de Freitas. Et quinze jours plus tard, nous parcourions avec autant d'ardeur les landes boisées qui sont à l'est des Morros, entre la ville et la baie de Santos. Partout nous fîmes ample provision d'insectes, mais la vérité nous oblige à dire que nous ne rencontrâmes que trois de ces grands et beaux Papillons, des Morpho, que nous avions espéré rapporter et encore ces Papillons volaient-ils beaucoup trop haut pour que nous puissions les atteindre; quant aux Oiseaux-Mouches que les Brésiliens appellent du nom significatif de Baise-fleurs (*Beija-floreies*), nous en rapportâmes de magnifiques peaux, mais ils avaient été pris dans... la « rua do Ouvidor ».

Dix jours après notre départ du Brésil, nous allions nous échouer. au fond du Rio de la Plata, près de l'île Martin Garcia, située en face d'une des bouches du Parana que nous allions remonter jusqu'à Colastiné et sur les bords duquel nous allions pouvoir rester pendant près d'un mois.

Colastiné était alors un bien triste village, situé un peu au-dessus et à peu près à mi-distance des deux villes de Parana et de Santa-Fé. Du haut de notre navire nous vîmes, tout près de nous, une rive tellement basse qu'elle paraissait à peine sortir de l'eau; çà et là, quelques arbres rabougris, de grandes touffes d'herbes qui ressemblaient à des joncs; deux arbres isolés, cinq ou six grandes cabanes en bois, et une vingtaine de huttes en paille; plus loin, des lagunes brillantes, puis de nouveau des joncs se perdant à l'horizon; tel nous apparut Colastiné.

C'est pourtant dans cette nature, triste et en apparence inanimée, que fut, au point de vue zoologique, la partie la plus fructueuse de notre voyage.

Nous ne trouvions plus là, il est vrai, la belle végétation du Brésil et, par con-

séquent, les insectes nous apparurent plus rares, mais la Pampa ne tarda pas à nous livrer d'autres richesses. Ce furent, tout d'abord, de nombreux cadavres ou squelettes, souvent parfaitement préparés, de Chevaux, de Bœufs, de Moutons, de Caïmans, d'Iguanes, de Serpents, etc. La plupart de ces animaux avaient été surpris et entraînés par les inondations fréquentes du fleuve; le retrait des eaux avait laissé leurs corps se décomposer sur place, ou bien les avait accumulés dans les creux du sol (fig. 1).

Du reste, dans ces grandes plaines, la vie nous entourait plus encore que



Fig. 1. — Une prise dans la Pampa.

la mort. Nous ne parlerons pas des troupeaux de Chevaux ni de Bœufs qui sont la richesse du pays. Nous ne décrirons pas la chasse au lasso, ni la poursuite dans un corral que nous avons pu admirer à quelques kilomètres de Colastiné, tout près du petit village de la Guardia; nous laisserons de côté, également, les gros Chiens du pays qui viennent japper beaucoup trop près du voyageur et sur lesquels il faut bien se garder de tirer. Nous fûmes cependant obligé d'en tuer un qui s'était jeté littéralement sur nous; aussi les Gauchos du voisinage accoururent-ils le fusil en main; mais; contrairement à notre attente, ils se mirent à nous remercier chaleureusement, car le chien était enragé.

D'ailleurs, nous trouvâmes peu de carnivores dans le pays, du moins pour ce qui concerne les grandes espèces; car, si nous exceptons les Loutres, les Renards et de beaux Chats-Tigres que nous pûmes chasser dans les bois, de Santo-Tomé, il nous aurait fallu alors remonter beaucoup plus vers le nord pour

rencontrer le Jaguar et le Puma. En fait de mammifères, nous pûmes encore nous procurer facilement des crânes de Capybara, sorte de Cochon d'eau très nombreux le long du Parana et de Comadreja, qui creuse des trous dans les berges mêmes du fleuve; enfin nous pûmes observer plusieurs fois la Viscache, soit en captivité, à Diamante, où on nous l'a servie sur la table, soit à l'état de liberté.

Un jour, en effet, nous fûmes presque effrayé en entendant de fort grognements qui paraissaient sortir de l'intérieur d'un monticule de terre sur lequel nous étions monté. Ce monticule était une viscachera, que les Gauchos appellent encore Cueva, énorme terrier dans lequel les Viscaches vivent en famille, au nombre d'une vingtaine environ.

L'indigène, que nous avions pris à notre service pour nous accompagner dans nos excursions, nous fit remarquer les quatre orifices principaux de ce terrier qui étaient, et sont toujours, nous dit-il, orientés suivant les quatre points cardinaux. Nous cherchâmes, autour de ces trous, les amas d'ossements et de différents autres objets dont parle Darwin, à propos des habitudes de cet animal, mais nous ne trouvâmes rien et notre guide nous dit qu'il n'avait jamais entendu parler de cette particularité. Pourtant Darwin avait visité les mêmes régions que nous. Peut-être cette habitude, si curieuse, s'est-elle perdue depuis, par suite de la chasse active que l'on fait ici, depuis longtemps déjà, à la Viscache, grand destructeur de racines.

Ce furent surtout les Oiseaux qui nous frappèrent, dans cette partie de notre voyage, par la variété des formes et par le nombre des individus de chaque espèce. Partout où nous allions, nous étions entourés d'Oiseaux qui se laissaient approcher à une très faible distance; notre Gaucho nous les désignait par les noms du pays, ce qui, étant donné notre ignorance de l'Ornithologie, nous présentait bien peu d'intérêt; nous remarquâmes cependant une sorte de petit *Hibou* qui, chose curieuse pour un Hibou, court pendant le jour tout autour des trous de Viscaches où il se réfugie en cas de danger; nous voyions des bandes immenses de *Perruches* qui volaient très haut, mais que nous reconnaissions facilement, de loin, à leur cri si désagréable; puis le *Teru-tero*, petit Oiseau qu'il faut bien se garder de tuer près des habitations, si l'on ne veut avoir maille à partir avec les Gauchos. Le Teru-tero est une sorte de Vanneau, de couleur noire, avec de larges taches blanches et présentant, à l'extrémité des ailes, un éperon rougeâtre; quand on s'approche de ces Oiseaux, ils s'élèvent, planent au-dessus de votre tête en poussant continuellement le cri qui leur a fait donner leur nom; c'est ainsi qu'ils rendent réellement service à l'indigène, en lui indiquant l'approche ou la présence d'un étranger.

Mais ce ne sont pas là les espèces les plus intéressantes que nous pûmes voir dans le pays. Un jour, en revenant de San José del Rincon, ce charmant petit village entouré d'orangers tout en boutons et de pêchers tout en fleurs, et qui nous apparut alors comme une oasis dans le désert, nous vîmes deux nids ressemblant à des nids d'Hirondelles. Ces nids étaient maçonnés sur un poteau télégraphique, dans le creux laissé entre l'isolateur en porcelaine et le bois du poteau; en un clin d'œil notre guide grimpa et nous rapporta le nid dont l'in-

térieur formait une sorte de spire au fond de laquelle se trouvait la chambre d'incubation. Nous pûmes voir, sur un buisson voisin, le propriétaire du nid. On le nomme dans le pays Albanil, ce qui veut dire maçon; c'est un assez bel Oiseau, d'un jaune rougeâtre, avec la poitrine grise, qui a su s'adapter au climat de son pays et profiter de circonstances nouvelles, plus avantageuses. D'une part, en effet, comme, dans la région, le vent appelé pampero souffle toujours du sud, alors cet Oiseau place l'ouverture de son nid vers le nord, qui est du reste ici le côté du soleil. D'autre part, les arbres étant rares, il se trouva d'abord obligé de faire son nid près de terre, dans les buissons; mais, un jour, l'homme vint planter, dans son pays, des troncs d'arbres peu commodes, il est vrai, sans branches et sans feuilles; il ne tarda pas cependant à y attacher son nid qui se trouva, dès lors, beaucoup plus en sécurité.

C'est également aux environs de San José que nous vîmes, pour la première fois, une sorte de petit Pinson dont les habitudes, au moment des nids, sont des plus curieuses. En dehors de cette époque, ces charmants petits Oiseaux passaient tout leur temps dans l'air où ils volaient en troupes innombrables. Mais, dès qu'arrive la saison des amours, les bandes descendent à terre, les couples s'isolent et chantent pendant des heures entières, les mâles courant, en une sorte de danse, autour de leurs femelles. Puis, le nid construit dans un buisson ou même dans l'herbe fleurie, la femelle se place sur ses œufs et le mâle, continuant toujours ses chants, s'élève et s'abaisse continuellement, au-dessus d'elle, en décrivant chaque fois, dans l'air, de gracieuses spirales et en conduisant sa voix de manière à donner l'illusion d'un chant de harpe.

Les Reptiles sont également très nombreux dans les plaines marécageuses qui avoisinent le Parana, mais, là encore, nous ne pouvons donner que les noms du pays. Nous avons tué et rapporté avec nous le Corâl, un joli Serpent noir et rouge, très venimeux et une petite Vipère noire et cornue qui nous a fort effrayé, car elle s'était enroulée, sans que nous l'ayons aperçue, dans le squelette d'une tête de Poisson que nous avions trouvée, non loin du Parana et que nous avions prise à la main pour l'examiner.

Nous rencontrâmes encore le Turutu, serpent venimeux à corps aplati, d'un vert foncé en dessus, d'un vert pâle sous le ventre, puis le Courou, également venimeux, mais beaucoup plus rare et dont le corps est annelé de noir et de rouge; enfin quelques Couleuvres que l'on trouve dans les lagunes ou dans le fleuve, comme le Serpent de la Croix dont nous pûmes prendre un bel individu qui était venu s'engager entre une chaloupe de notre navire et la rive.

Les Iguanes, grands et beaux Lézards de couleur verte, et les Caïmans pullulaient littéralement à Colastiné à l'époque où nous y débarquâmes; pourtant Darwin ne parle pas de ces animaux, dans le récit du voyage qu'il fit dans ces régions. Les Caïmans, que l'on appelle ici Jacaré, comme au Brésil, passent la plus grande partie de leur vie dans les lagunes des environs, surtout dans les îles et dans les marécages qui se trouvent entre Colastiné et la ville de Parana. Ils venaient même jusque dans une lagune, au bord de laquelle se trouvait Colastiné, et, pendant que nous y étions, un d'entre eux enleva, des mains de sa mère, un enfant que celle-ci était en train de baigner. Quand ces monstrueux

animaux sortent sur le rivage, ils peuvent courir assez vite en ligne droite, mais il est toujours facile de les éviter en faisant des zigzags et nous avions, avec nous, un Chien du pays qui s'en amusait facilement; il avait soin cependant de se tenir toujours à distance de la queue que la bête, en marchant, tient toujours recourbée sur le côté, de manière à pouvoir frapper immédiatement l'animal qui passe à sa portée, par une simple détente.

Les Caïmans vivent solitaires, sauf peut-être à l'époque des amours où le mâle semble rester toujours auprès de sa femelle, jusqu'après l'éclosion des œufs. Ils pondaient à l'époque où nous nous y trouvâmes, car la ponte commence, en général, vers le 15 août pour finir vers le 15 septembre. Les œufs sont enfouis sur la plage, à un mètre environ du bord de l'eau et à une dizaine de centimètres de profondeur; ils ont à peu près la grosseur d'un œuf de Canard, de couleur vert jaunâtre et, chose assez particulière pour les Crocodiliens, nous avons trouvé leur consistance plutôt cornée que calcaire. L'incubation de la ponte est laissée aux soins de la température ambiante, mais, à la soirée et peut-être pendant toute la nuit, on trouve toujours le mâle, ou la femelle, tout à côté, immobiles, la plus grande partie du corps cachée dans l'eau et se précipitant immédiatement sur tout animal qui vient rôder autour des œufs. On pourrait voir ici une manifestation de l'amour maternel; la réalité nous paraît moins poétique. Beaucoup d'animaux, en effet, sont très friands des œufs de Caïman; en restant à l'affut, auprès de leur ponte, les parents savent ainsi qu'ils se procureront facilement du gibier en abondance; il est vrai que le résultat est toujours le même, car, ainsi, la protection des œufs se trouve mieux assurée. Mais les parents ne s'occupent plus de leurs petits, une fois nés, sinon pour les manger, à l'occasion. L'incubation dure quinze jours et les petits, à leur naissance, ont une longueur moyenne de 15 centimètres.

Nous eûmes l'occasion de rencontrer, un jour, entre les deux seuls arbres qui avaient poussé dans l'horizon de Colastiné, une bien curieuse toile d'araignée. Nous suivions un petit sentier qui contournait une lagune quand, arrivé en face des arbres, nous nous trouvâmes réellement arrêté par une immense toile d'araignée qui barrait complétement le passage. C'était comme un grand plan incliné qui partait, en haut, d'une sorte de câble horizontal, tendu entre les deux arbres et qui descendait, en pente douce, jusqu'à nos pieds; de l'autre côté, une toile semblable, pareillement inclinée, mais en sens opposé, venait rejoindre la première au niveau du câble, de sorte que l'ensemble donnait presque l'illusion d'une tente de campagne dont les deux troncs d'arbre, placés à l'intérieur, auraient joué le rôle de piquets de soutien. L'illusion était encore accentuée par la présence de fils de renforcement, jetés de part et d'autre, au pied des toiles.

En réalité — et c'est là ce qu'il y a surtout d'intéressant dans cette observation — chacune de ces deux grandes toiles était formée par l'assemblage, parfaitement compris, d'un très grand nombre de toiles secondaires, au centre de chacune desquelles se trouvait une jolie petite Araignée; l'ensemble, vu d'un peu près, formait vraiment un spectacle bien curieux. Ces Araignées me parurent, à première vue, appartenir au groupe des Épeires; elles étaient longues

de 5 à 6 millimètres, d'un noir brillant sur le céphalothorax et les pattes, d'un noir velouté sur l'abdomen; un mince filet doré courait sur le milieu du dos et une bande d'un beau rouge sombre, coupée transversalement par trois ou quatre raies noires, s'étendait, à droite et à gauche, de chaque côté du corps.

La journée était avancée et je crus pouvoir remettre au lendemain la photographie et l'étude plus complète de cette colonie d'Araignée. C'était une bien mauvaise idée, car il y eut beaucoup de vent pendant la nuit, et, au matin, je ne trouvai plus trace des toiles. Cependant, en cherchant dans les branches d'un des arbres, j'eus le plaisir de revoir mes Araignées; elles avaient eu l'instinct ou l'intelligence de quitter leurs toiles, avant que le vent n'eût emporté tout l'édifice et elles étaient venues, chacune de leur camp, se grouper et se pelotonner entre elles, de manière à former ainsi deux masses dont l'une, entourée de quelques fils, était aussi grosse que mon poing.

Il est certes bien curieux de trouver, chez des êtres aussi sanguinaires et insociaux que le sont habituellement des Araignées, de pareils exemples d'aide mutuelle, pour la chasse et de défense commune contre le vent, qui est si fréquent et si violent dans ces régions.

Mais le fait est peut-être moins rare que nous ne le pensions alors. En effet Azara, dans ses *Voyages dans l'Amérique méridionale* (Paris, 1809, 1, p. 215), parle de certaines Araignées du Paraguay, qui se réunissent au nombre d'une centaine environ pour suspendre, aux arbres, un nid commun plus grand qu'un chapeau. Darwin vit, près de Santa-Fé Bajada, c'est-à-dire dans le pays où nous étions, beaucoup de grosses araignées noires à taches rouges, vivant également en colonies (*Voyages*, Paris 1885, p. 59). Ces araignées appartenaient peut-être à la même espèce que les nôtres; seulement leurs toiles réunies entouraient le sommet des buissons. Enfin Livingstone (cité par Brehm: *Les Insectes*, éd. franç., t. II, p. 715) a trouvé, dans l'Afrique du Sud, une autre espèce d'Araignée qui vit également en colonies nombreuses. Nous eûmes soin, naturellement, de mettre quelques exemplaires de ces curieuses Araignées dans un de nos flacons à Insectes. Quant à la récolte que nous pûmes faire de ces derniers, quoique beaucoup moins belle que celle du Brésil, elle fut encore assez abondante. Aussi, en quittant définitivement Colastiné, nous réjouissions-nous de la riche collection que nous rapportions avec nous, lorsqu'un accident de voyage vint détruire, en un instant, tout un travail de deux mois.

Nous descendions le Parana, sur notre navire, pour revenir à Buenos-Ayres et rentrer en France. Nous avions dépassé Diamante, San Lorenzo et Rosario où nous avions séjourné quatre longues journées, et nous étions proche de San Nicolas, à un endroit où le fleuve fait un coude brusque, du sud-ouest au nord-est. Nous étions monté, auprès de la passerelle arrière, sur le toit de l'infirmerie, et, là, nous avions étalé toutes nos boîtes à Papillons et tous nos flacons à Coléoptères pour commencer à mettre un peu d'ordre dans nos collections; quand, tout à coup, nous voyons accourir un officier qui nous crie de bien nous tenir, car le navire allait échouer. J'ai à peine le temps, en effet, de m'accrocher à la passerelle, que l'avant du navire, sortant de l'eau, grimpe sur la rive sableuse, comme sur un plan incliné, alors que l'arrière, s'enfonçant sous mes

pieds, lance mes chères collections dans le fleuve, au milieu des tourbillonnements de l'hélice. C'était le mécanisme du gouvernail qui s'était détraqué, au moment même où il avait fallu faire tourner le navire; aussi celui-ci n'étant plus guidé et se trouvant entraîné par un courant rapide en cet endroit, était allé tout naturellement s'échouer sur la rive voisine. Cet accident qui, du reste, n'eut pas de suites graves, ne nous inquiéta guère, car la navigation du Parana nous avait, depuis longtemps, habitué à de semblables surprises; mais tous les collectionneurs comprendront les sentiments qui nous agitèrent, quand nous vîmes disparaître ainsi ce que nous considérions comme le plus précieux de notre bagage.

Nous quittâmes la terre d'Amérique, le 24 septembre, pour aller faire une dernière escale à Saint-Vincent, une des îles du cap Vert. Huit jours après, nous étions de retour en France et, au mois de novembre suivant, nous reprenions notre place au laboratoire de M. Mathias Duval.

Nous allons donner, maintenant, une vue d'ensemble de chacun des ordres de travaux que nous avons poursuivis jusqu'à aujourd'hui; et, pour cela, nous allons suivre l'évolution même de notre vie scientifique, c'est-à-dire que, commençant par l'exposé de nos premières recherches de laboratoire, nous montrerons comment nous avons été amené à passer naturellement d'un ordre de travaux à un autre.



PREMIÈRE PARTIE

VUE D'ENSEMBLE SUR LES DIVERS ORDRES DE RECHERCHES

I. — TRAVAUX D'HISTOGENÈSE ET DE PHYSIOLOGIE CELLULAIRE

Nos premières recherches devaient se ressentir tout naturellement du milieu dans lequel nous avons vécu exclusivement la première partie de notre vie scientifique. Élève du laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Paris, nourri de la parole si claire, si persuasive du professeur Mathias Duval, nous entreprîmes des travaux d'Histologie ou plus exactement, peut-être, d'Anatomie microscopique.

Cependant nous eûmes bientôt cette notion que l'Histologie devait abandonner quelque peu, pour servir de plus en plus à la connaissance de la vie, les errements dans lesquels l'avaient si brillamment conduite Robin d'abord, et nos maîtres actuels, MM. Ranvier et Mathias Duval.

« L'Histologie des tissus adultes, envisagée comme étude de l'acte essentiel d'une fonction, a créé pour ainsi dire la Physiologie générale, disait un de ces maîtres, en montrant que ces actes essentiels sont toujours les mêmes pour un même organe, indépendamment de sa forme et de sa position. »

Cela est vrai, mais, pour que cette Histophysiologie donne maintenant des résultats vraiment féconds, il faut qu'elle devienne surtout l'étude des élaborations cellulaires au double point de vue chimique et physique. Son rôle, ajoutions-nous encore dès 1897 (n° 75), ne doit pas avoir seulement pour but la connaissance de la vie de l'individu; il doit envisager aussi la connaissance de l'espèce.

Après avoir constaté, avec H. Milne-Edwards, que la division du travail physiologique a dû amener une différenciation morphologique des éléments cellulaires composant les organismes, l'histologiste doit rechercher, maintenant, de quelle manière a dû se faire cette différenciation et comment les tissus se sont édifiés.

L'évolution des espèces n'a été que le résultat de l'évolution des individus, et celle-ci n'a été, elle-même, que la conséquence de l'évolution des tissus.

C'est à la solution de ces problèmes que les savants doivent s'appliquer maintenant, en attaquant directement l'étude intime de la cellule chez les animaux supérieurs. Certes il est logique, il est sage même, de chercher à connaître le fonctionnement de la matière organisée là où elle est la plus simple; mais, pour cela, nous pouvons nous adresser aux animaux les plus élevés en organisation.

L'Embryologie nous montre, en effet, que ces êtres passent, dans le cours de leur développement, par les formes les plus rudimentaires du règne animal. Donc, prendre un tissu à son début, avant même qu'il apparaisse à la dignité de

tissu, le suivre pas à pas dans sa formation, n'est-ce point faire toucher du doigt, pour ainsi dire, les transformations successives qui ont lieu dans l'intimité des éléments cellulaires, lorsque ceux-ci s'élèvent peu à peu des fonctions les plus simples aux manifestations les plus complexes de l'activité vitale? En cela, il n'est nul besoin de recourir à ces conceptions *a priori* qui, fondées uniquement sur l'analogie, permettent trop souvent, à des esprits ingénieux, d'étendre leurs conclusions des êtres unicellulaires aux métazoaires, ou bien encore des plantes aux animaux.

Telle est la double direction dans laquelle nous avons toujours conduit nos recherches microscopiques : d'une part, essayer de reconnaître, par des réactions appropriées, la nature chimique des élaborations cellulaires; d'autre part, étudier le développement du tissu ou de la forme cellulaire considérée.

Nos premières recherches, dans cet ordre d'idées, ont porté sur la *structure et le développement histogénique des cartilages linguaux des Mollusques* (52. 56), sur la connaissance des *cellules vésiculeuses* (74), des *tissus conjonctif et cartilagineux des Mollusques* (75), ainsi que sur les *fibres musculaires des Gastéropodes* (76).

L'étude de la morphologie externe des cartilages linguaux, ou pièces de soutien de la radula, nous montra tout d'abord combien ces organes variaient d'aspect et même de forme chez les Hélix, les Arions, les Limaces, les Planorbes, les Lymnées, les Tritons, les Buccins, les Poulpes, les Seiches et les Calmars. Puis, nous adressant à la structure de ces organes, nous les trouvâmes formés, les uns de tissu musculaire, les autres de tissu cartilagineux. Enfin, l'Histogenèse nous permit d'assister à l'évolution des cellules vésiculeuses, éléments spéciaux que nous rencontrions dans ces organes (74).

Sans nous arrêter à ces questions qui sont d'un ordre trop restreint, nous dirons seulement que nous avons pu montrer les rapports génétiques qui existent entre les tissus conjonctif et cartilagineux, que nous avons apporté quelques faits nouveaux sur la connaissance intime de la fibre lisse des Gastéropodes et que nous avons trouvé des fibres striées, chez ces animaux, contrairement à l'opinion généralement admise alors.

Du reste, nous étions à une époque où les idées nouvelles montraient l'importance de plus en plus grande que devait prendre la connaissance des espaces intercellulaires, réputés parfois, alors, comme étant remplis de substances non vivantes. Notre activité se porta tout d'abord sur une des questions les plus difficiles et les plus ingrates de l'histogenèse, sur le *Mode de formation et de développement des tissus élastiques*.

Les conclusions de notre mémoire (75) furent acceptées et publiées dans plusieurs traités d'histologie, aujourd'hui classiques et c'est même à un de ces traités que nous empruntons, plus loin, l'exposé des résultats auxquels nous étions arrivé.

Aussitôt après ce travail et dans le but de vérifier la justesse des conclusions auxquelles nous étions arrivé, nous recherchions comment se forment les fibres élastiques particulières que l'on trouve dans certaines éponges, *les fibres des Reniera* (50).

Dans ce mémoire, dont les conclusions furent adoptées par deux de nos plus

savants spongiologues actuels, par les professeurs Minchin, de Londres, et Topsent, de Caen, nous montrions non seulement comment se forment les fibres en question, mais encore nous arrivions à découvrir des noyaux qui avaient échappé jusqu'ici aux recherches des zoologistes.

Tous ces travaux d'Histologie pure, de même que ceux qui eurent pour but la physiologie des tissus ou des organes, se firent par l'emploi de *Méthodes et techniques* particulières que l'on trouvera exposées sous les n°s 78 à 81 et qui, comme nous l'indiquons plus loin, furent reproduites dans les ouvrages techniques d'Allemagne, d'Angleterre et de France.

Nos recherches d'Histophysiologie furent conduites par la méthode des *Colorations intravitales* (78). C'est ainsi que nous étudiâmes l'absorption et la transformation des substances colorantes chez des Protozoaires (48), des Méduses (53), des Insectes (54), et enfin que nous pûmes apporter une contribution importante à la connaissance des *Phénomènes de la digestion* (51) et de la *Défense chez les Éponges* (52). Aussi Topsent put-il écrire, dans un article que nous reproduisons p. 152 : « En recherchant comment les Éponges se comportent vis-à-vis des substances colorantes, M. Loisel contribue largement à la solution du gros problème souvent abordé, jamais résolu d'une manière satisfaisante, de la digestion chez ces animaux. »

II. — TRAVAUX D'EMBRYOLOGIE SPÉCIALE ET GÉNÉRALE

Ces derniers travaux nous avaient fait dévier ainsi, peu à peu, vers des études de zoologie pure, lorsque nous fûmes ramené à un point de vue plus large ment expérimental et biologique par un séjour de quelques années au laboratoire de Tératologie de M. Dareste, mais surtout par notre fréquentation assidue des cours et du laboratoire de M. Giard, le maître auquel nous devons, pour la plus grande part, la direction actuelle de notre activité scientifique.

C'est là, dans ce dernier laboratoire, que parvenaient jusqu'à nous les échos des discussions que soulevaient l'institution des nouvelles Universités et la création des certificats d'études supérieurs. Un de ces derniers, celui de l'Embryologie générale, nous intéressait tout particulièrement, car son action nous paraissait devoir rayonner au delà du cercle habituel des Facultés des sciences. Et c'est des longues causeries que nous eûmes alors sur ce sujet, avec notre maître, que sont sortis en grande partie d'abord des articles (4, 5 et 6) où nous montrions comment l'*Enseignement de l'Embryologie* devait pouvoir servir d'union entre les diverses Facultés d'une même Université, ensuite un rapport que nous présentions et soutenions, avec succès, devant le Congrès international de médecine à Paris et devant la Société de l'Enseignement supérieur.

Les conclusions de ce rapport (4) qui furent appuyées par les professeurs Brouardel, Giard et Mathias Duval, entre autres, furent adoptées par ces sociétés ; elles demandaient l'extension de l'enseignement de l'Embryologie dans les Universités françaises. « Malheureusement, disions-nous alors, dès qu'on parle de créer quelque chose, on voit constamment les hommes se séparer en deux groupes

opposés, en deux extrêmes aussi mauvais l'un et l'autre que le sont toujours les extrêmes : les uns veulent aller trop vite dans la voie nouvelle, les autres, trop timides ou trop conservateurs, ne veulent pas marcher du tout.

« Des objections, des imperfections, il y en a, il y en aura pour toute œuvre humaine. Un système que l'on préconise n'est toujours que relativement meilleur à celui que l'on veut remplacer. Est-ce une raison pour s'arrêter? Non, évidemment !

« Les premières et les moins importantes des objections que l'on fait à de nouveaux enseignements, ce sont que les étudiants ont déjà trop à apprendre, que tout leur temps est pris actuellement, que les programmes des examens sont trop chargés, que de nouveaux enseignements ne sont pas utiles, etc.

« Ces objections ne sont pas nouvelles, certes. On les faisait déjà, sous l'ancien régime, contre l'entrée des sciences naturelles dans les Facultés des arts et de médecine, laissant ces sciences s'établir en dehors de l'Université. On les faisait même, à la veille de la Révolution, en 1789, pour refuser l'entrée de l'Histoire, de la Géographie et des Langues vivantes dans les Facultés des arts.

« On les a répétées depuis, chaque fois qu'il s'est agi de créer quelque chose dans l'enseignement en France, en particulier lors de la création, à la Faculté des sciences, des chaires de Physiologie générale et d'Évolution des êtres organisés.

« Ces objections seraient justes, en effet, si l'on envisageait seulement la question des programmes officiels et des examens. Mais ce serait là un vieux reste de l'esprit de l'Université impériale, époque où les Facultés avaient pour principal but la collation des grades. Maintenant le rôle des maîtres, dans l'enseignement supérieur, étant surtout de faire avancer la science et de la diffuser dans tous les esprits, on ne saurait se plaindre de voir se multiplier les enseignements, même si ces enseignements rompent quelque peu avec nos traditions pédagogiques.

« Tous les étudiants n'ont pas les mêmes besoins. Dans une Université, mais surtout dans celle de Paris, chacun d'eux doit pouvoir avancer le plus loin possible dans une des nombreuses routes que la science lui ouvre aujourd'hui. Et ce serait rabaisser l'enseignement supérieur à une sorte d'enseignement secondaire que de vouloir exiger des élèves une assiduité égale pour les divers cours d'Histoire naturelle....

« Une autre objection que nous avons entendu faire est la suivante : la science s'apprend surtout dans les laboratoires; il faut donc songer, avant tout, à compléter les laboratoires qui ne sont pas encore complètement organisés.

« Travailleur fervent de laboratoire, nous souscrivons entièrement à cette dernière idée; nous savons, en effet, quel peut être le rôle bienfaisant de nouveaux laboratoires ou de laboratoires bien organisés.

« Mais nous savons aussi que le laboratoire, s'il donne de la maturité à la connaissance scientifique, tend également à spécialiser et par suite, pour employer l'expression d'un de nos maîtres, « à cantonner les penseurs dans des « champs trop artificiellement et trop strictement limités ».

« C'est l'enseignement de la chaire seul qui vivifie la recherche du labora-

toire; c'est lui qui rend vraiment féconde l'intelligence humaine; c'est là, en somme, que le chercheur devient le généralisateur, c'est-à-dire le véritable savant.... »

Cependant, sur les conseils de nos maîtres, nous prenions la résolution de tenter, nous-même, l'essai de l'enseignement dont nous demandions la création. Pour cela, nous faisions tout d'abord un *Voyage d'études* dans les Universités étrangères, afin de voir comment l'enseignement de l'Embryologie y était donné (n° 5). A notre retour nous commencions, à la « Revue générale des sciences », une *Revue annuelle d'Embryologie* (72), et nous ouvrions, à la Faculté des sciences de Paris, un Cours libre d'Embryologie comprenant des leçons publiques et des travaux pratiques. Le succès constant de cet enseignement, qui s'est maintenu jusqu'à la fin, c'est-à-dire pendant six années, montre qu'il répondait à un véritable besoin. C'est du reste ce que M. le professeur Darboux, alors doyen de la Faculté des sciences, a bien voulu rappeler plusieurs fois dans ses comptes rendus annuels.

Nous avons fait connaître, dans un article de Revue (n° 6), la manière dont nous avons conduit nos travaux pratiques d'Embryologie. D'autre part, pour montrer dans quel sens nous avons entrepris d'écrire nos Revues annuelles d'Embryologie, nous croyons devoir reproduire ici les quelques lignes par lesquelles nous commencions notre première Revue, en 1901.

« En inaugurant ici une Revue annuelle d'Embryologie, nous devons dire, tout d'abord, en quoi consistera ce travail et comment nous avons l'intention de le comprendre.

« Depuis longtemps déjà, la tendance des sciences morphologiques est de plus en plus tournée vers l'Embryologie. L'Anatomie descriptive, de même que l'Anatomie comparée, sont devenues tributaires de l'histoire du développement de l'homme et des animaux; pour beaucoup de zoologistes, la Systématique apparaît comme devant être une application rationnelle de l'Embryologie, et les grandes questions d'Embryologie générale, si passionnantes, s'imposent tous les jours davantage à l'esprit des jeunes savants, aussi bien botanistes que zoologistes.

« Les revues générales d'Anatomie ou de Zoologie qui paraissent ici même, chaque année, se ressentent un peu de cet esprit particulier des sciences biologiques. Venant après elles, notre premier devoir sera donc d'éviter de faire un double emploi avec elles.

« Cependant, nous ne pouvons pas oublier que l'Embryologie est une science complète, indépendante des autres parties de la Biologie. Son but est, en effet, nettement déterminé et, si elle a pris quelques-unes de ses méthodes à l'Histologie, ses principales lui appartiennent bien en propre.

« L'Embryologie ne peut plus être considérée, maintenant, comme un simple chapitre de la Physiologie, ainsi que le comprenait l'enseignement de la Sorbonne au siècle qui vient de finir. C'est également davantage qu'une science morphologique, comme on la trouve définie dans le célèbre Traité de Kolliker. Son rôle est beaucoup plus grand, car elle doit montrer quelle est l'origine des êtres vivants, comment se constituent les organes et de quelle façon arrivent à fonctionner les organismes adultes.

« L'Embryologie, appelée encore *Embryogénie* ou *Ontogénie*, peut se diviser en Embryologie animale et Embryologie végétale ; mais, vue dans son ensemble, elle comprend les parties suivantes. C'est d'abord, la connaissance des éléments sexuels, de la fécondation et des premiers stades de développement. Vient ensuite l'étude de l'embryon proprement dit, qui doit être envisagé successivement au point de vue statique et au point de vue dynamique. Dans le premier cas, nous avons l'*Histogenèse*, l'*Organogenèse* et la *Morphogenèse*; dans le deuxième cas, nous avons l'étude des formes larvaires et des métamorphoses, la connaissance des rapports que l'embryon affecte avec le milieu dans lequel il vit et la *Physiogenèse*, qui comprend l'histoire de l'évolution des fonctions organiques. Chacune de ces parties peut se subdiviser elle-même en étude des types normaux et en étude des types anormaux ou *Tératologie*.

« Enfin, couronnant tous ces différents points de vue, se trouve l'*Embryologie générale*, qui cherche à tirer les lois du développement, et qui étudie les grands problèmes de la vie s'y rapportant : hérédité, hybridité, télégonie, origine des sexes, etc. Par là, l'Ontogénie est reliée à l'autre science sœur, la *Phylogénie*, qu'on appelle encore *Science de la Descendance* ou de l'*Évolution*.

« Tel est le vaste champ dans lequel nous aurons à glaner ; champ vaste, non seulement par son étendue, mais encore par le nombre de produits qu'il fournit chaque année. Quelques-uns nous échapperont sans doute et, parmi eux, peut-être des plus importants. Aussi serions-nous très reconnaissant à tous les embryologistes de nous envoyer, au bureau de la *Revue*, un tirage à part de leurs mémoires.

« Naturellement, nous n'avons pas l'intention de rendre compte, chaque fois, de tous les travaux de l'année qui parviendront à notre connaissance. Nous choisirons parmi eux ceux qui formeront un ensemble sur un sujet donné, reportant les autres à une revue ultérieure. C'est ainsi qu'il pourra nous arriver de parler de mémoires déjà vieux de deux ou trois ans. Si l'actualité y perd, l'intérêt même de nos lecteurs y trouvera son compte, nous l'espérons.... »

Cependant notre cours, qui avait commencé avec le seul caractère d'érudition, devint bientôt, pour nous, un moyen précieux d'exposer, à l'occasion, nos propres vues originales; c'est qu'en effet, à partir de ce moment, nous dirigeâmes de plus en plus tout naturellement nos propres travaux vers des questions d'Embryologie et de Biologie générales.

Nous citerons seulement pour mémoire, en cet endroit, nos observations de *Tératologie* (58 et 68), la description d'un cas de *Blastoderme sans embryon* (69), nos expériences sur l'*incubation d'œufs de Poule retirés de leur coquille* (70) *ou placés dans de l'albumen de Canard* (71), notre étude sur la *croissance des Cobayes normaux ou soumis à l'action du sel marin ou du sperme* (67); nous dirons, enfin, que nos recherches *sur les fonctions du corps de Wolff* (65) nous montrèrent que ce corps n'est pas seulement un organe émulgent, comme on l'a cru jusqu'ici, mais encore qu'il élabore, dans ses cellules, des substances graisseuses particulières.

III. — RECHERCHES SUR LES GLANDES GÉNITALES

Des études analogues nous faisaient connaître l'*Origine et le fonctionnement des glandes sexuelles embryonnaires chez les oiseaux* (63). Nous voyions que ces glandes élaborent des substances chimiques dés le début de leur existence, avant même qu'elles soient différenciées en testicule ou en ovaire, et que ces élaborations, se présentent avec les mêmes caractères microchimiques que les sécrétions des capsules surrénales et des corps de Wolff.

Nous pouvions suivre ensuite l'*Origine et l'organisation du testicule* (64) et montrer que le rôle glandulaire de la glande sexuelle embryonnaire se continue, avec les mêmes caractéres, dans les éléments épithéliaux du testicule adulte.

Nous arrivions ainsi à considérer deux sortes de sécrétions dans la glande mâle : une sécrétion chimique primitive et une sécrétion morphologique, la spermatogenése, dérivée de la première et apparaissant à un certain moment de la vie.

Nos recherches sur les *Sécrétions chimiques du testicule*, rapportées ici sous les numéros 33 à 42, ont été faites sur des Oursins, des Grenouilles, des Geckos et des Tortues, ainsi que sur un certain nombre d'oiseaux (Poulet, Moineau, Canard, Colin, Serin, Foudi, Combassou, Colombe, Pigeon, Coq) et de Mammifères (Chien, Chat, Chauve-souris, Cobaye, Lapin, Rat).

Elles nous ont montré que ces sécrétions sont formées de graisses neutres, de lécithines, de lipochromes, de mélanine et de substances toxiques (toxalbumines et alcaloïdes). Nous avons pu localiser exactement leur lieu d'origine (34) les comparer parfois aux sécrétions analogues des ovaires (35) et faire voir que certaines de ces sécrétions changent de nature chimique à l'époque des amours (38).

Nos *Études sur la spermatogenèse* (43 à 47) ont porté d'abord sur le Moineau, puis sur les types d'Oiseaux et de Mammifères que nous avons cités plus haut. Elles nous ont permis d'élucider, croyons-nous, un certain nombre de points de cette fonction si compliquée : la nature et l'origine des éléments souches de l'épithélium séminifére, la question de la cellule de Sertoli, la transformation des spermatides en spermatozoïdes et enfin de montrer les causes qui déterminent la formation des spermatozoïdes et leur fasciculation. Chemin faisant, nous voyions quels sont les effets du jeûne (45) et de l'enlèvement d'un rein (46) sur la spermatogenése et nous essayons d'expliquer la périodicité et la précocité sexuelle qui ont été parfois signalées chez l'Homme (47).

Nos recherches du côté femelle n'ont porté, à ce point de vue, que *Sur les sécrétions chimiques des ovaires* (n°s 27 à 32), principalement sur les graisses neutres, les lécithines, les toxalbumines et les alcaloïdes toxiques que nous trouvions ici encore en plus grande abondance que dans les testicules. Les résultats que nous obtenions, par toutes ces recherches, nous permettaient bientôt de nous faire une idée nouvelle du *Rôle des glandes génitales dans l'organisme* (n°s 17 et 28). Jusqu'ici en effet, ces organes ont été considérés comme ne servant qu'à

la vie de l'espèce, soit indirectement, en agissant sur la formation des caractères sexuels secondaires, soit directement, en donnant naissance aux éléments fécondants. Or, « si l'on considère les glandes génitales en dehors de toute idée finaliste, disons nous au début d'un mémoire (nº 28) en cours de publication, on remarque bientôt que le fonctionnement de ces glandes intéresse directement la vie de l'individu qui les porte, avant d'intéresser l'espèce. Les ovaires, en particulier, retirent périodiquement à l'organisme, chez les individus qui vivent plusieurs années, une telle quantité de produits, dont beaucoup inutilisables pour l'espèce, qu'on doit voir, ici, autre chose qu'une fonction de reproduction. Ces produits, retirés de l'organisme, sont remaniés et probablement transformés complètement par les éléments épithéliaux de l'ovaire, et ce n'est qu'après un temps, en général assez long, que l'ovaire s'en débarrasse. Il le fait d'abord par une sorte d'excrétion : en rejetant hors de lui, non seulement des éléments cellulaires, les ovules, chargés de produits figurés et de substances liquides dans lesquelles on voit souvent des grains de pigments, mais souvent encore des globules de graisse en très grande quantité, nageant au milieu des ovules (voir les pontes d'oursin, par exemple); c'est bien là une excrétion, ou plutôt, si l'on veut, une sécrétion externe dont le mode peut être comparé à celui des sécrétions holocrines de Ranvier.

« Mais l'ovaire ne se débarrasse pas ainsi de tout ce qu'il a accumulé; tous les éléments cellulaires chargés de produits chimiques (les ovules) ne sont pas pondus; ceux qui restent sont résorbés et les produits qu'ils renferment repris par les courants circulatoires (1er mode de sécrétion interne). D'autre part, tous les éléments épithéliaux de l'ovaire, chargés d'élaborer des produits chimiques, ne se transforment pas en ovules; il y en a qui restent cellules glandulaires et dont les produits de sécrétion rentrent directement dans le corps de l'individu pour y remplir un certain rôle (2e mode de sécrétion interne).

« En somme, quand nous considérons seulement la vie des individus, nous ne voyons d'abord, dans tous ces cas, que les modes divers d'une seule et même fonction qui a pour but d'épurer l'organisme de substances dont l'accumulation lui serait vraisemblablement nuisible; ces substances, remaniées ou transformées par les glandes génitales, sont : les unes rejetées au dehors sous forme de sécrétion externe (ponte, sémination) et peuvent alors servir à l'espèce, les autres réabsorbées par l'organisme (sécrétions internes) pour servir de nouveau à la vie de l'individu. »

IV. — RECHERCHES SUR LES ÉLÉMENTS SEXUELS ET SUR LA FÉCONDATION

Cette succession de travaux, sur les glandes génitales permet de comprendre comment l'évolution de notre vie scientifique nous conduisit tout naturellement à nous occuper de questions de plus en plus étendues, d'abord des éléments sexuels : œuf, spermatozoïde et fécondation; ensuite des sexes et de la sexualité en général.

Nos travaux *sur les œufs*, comportent, en premier lieu, deux études d'érudition. Dans l'une (13) nous montrons les causes qui ont pu amener l'accumulation des *réserves nutritives* dans les cellules ovulaires et les conséquences qui ont résulté de cette accumulation.

Dans une autre étude, intitulée *La Défense de l'œuf* (N° 14), nous faisons la revue des différentes causes de destruction auxquelles sont exposés les œufs et nous montrons les moyens que des éléments, en apparence si fragiles, peuvent opposer à ces causes. Cette étude est certainement incomplète, mais cela tient en partie à l'insuffisance des données que nous fournissent les auteurs; aucun des sujets que nous avons traités ici n'a été envisagé généralement par eux et pourtant chaque point mériterait d'être repris et approfondi par des recherches suivies. Telle qu'elle est, elle nous a paru pouvoir montrer cependant que l'œuf, ou du moins l'ovule, est un véritable individu, vivant de sa vie propre, comme le pensait déjà Milne-Edwards.

Dans l'ovaire, l'ovule se nourrit aux dépens de l'organisme maternel; puis il accumule, dans son intérieur, la quantité suffisante de substances nutritives de réserve qui lui sera nécessaire plus tard pour jouer le rôle auquel il est destiné; enfin, il s'entoure d'enveloppes plus ou moins compliquées. C'est le plus souvent isolé au dehors dans des milieux très différents, comportant chacun des causes de nocivité particulière, que l'œuf se développe. Et c'est contre ces causes que nous l'avons vu lutter d'abord par son activité propre de cellule, ensuite par ses réserves et par ses enveloppes.

La défense de l'œuf a un double but : 1° de permettre à l'ovule d'attendre le moment propice où se trouveront réunies les conditions nécessaires au développement du germe; 2° de protéger le nouvel être, à l'époque de sa vie où il est le plus faible et le plus sensible aux causes de destruction.

Pendant le temps compris entre le départ de l'œuf de l'ovaire et le commencement de son incubation, l'ovule a le pouvoir de rester à un état de vie excessivement ralentie, pouvoir qui est un autre mode de défense. Mais, à cet état, il se passe dans l'intimité du protoplasma ovulaire des activités telles que la vitalité du germe diminue peu à peu, jusqu'à disparaître complètement.

L'œuf se modifie donc de lui-même, durant cette période d'attente, et cela en dehors de toute cause externe. A plus forte raison se modifie-t-il quand il est obligé de se défendre contre toutes les causes que nous avons étudiées dans cet article; c'est ainsi que nous l'avons vu perdre de son eau d'intercalation, dans un milieu très sec, et liquéfier une partie de ses réserves dans sa lutte contre les microbes.

Mais si l'œuf se modifie, il est permis de croire que le produit de son évolution sera aussi modifié. Un œuf de Poule, mis en incubation pendant l'hiver, vingt-huit jours après la ponte, c'est-à-dire à la veille de sa mort, ou bien un œuf qui aura subi certaines influences extérieures, ne donnera pas vraisemblablement le même poulet qu'il aurait donné, s'il avait été couvé quelques heures après la ponte.

La défense de l'œuf nous apparaît alors, dans son ensemble, comme une grande cause de sélection qui imprime déjà, à l'être futur, une caractéristique

plus ou moins profonde, suivant la lutte plus ou moins grande que l'œuf aura eu à soutenir.

Tous les œufs d'une même ponte ne sont pas identiques; ils se ressemblent bien par leurs caractères spécifiques, mais ils diffèrent, entre eux, par leurs caractères individuels autant que les individus eux-mêmes.

Ceux qui se développent et donnent naissance à un nouvel être, ce sont les œufs qui ont résisté, dans la lutte continuelle qu'ils ont eu à soutenir après avoir été pondus. Dans cette lutte, ils ont perdu quelques-uns de leurs caractères individuels; ils en ont acquis d'autres; et, par là, l'individualité de l'être futur s'est trouvée modifiée.

La défense de l'œuf doit constituer un chapitre important dans l'étude de l'hérédité et dans l'histoire de la formation des caractères.

Nous avons contribué, nous-même, à cette étude en montrant d'abord que la *Résistance des œufs d'oiseaux à une humidité excessive* (N° 62) s'exerce par deux moyens; 1° par l'appareil coquillier qui, dans les œufs de certains Oiseaux, peut opposer une barrière infranchissable à l'entrée de l'eau dans l'œuf; 2° par les propriétés hygrométiques des couches d'albumen qui arrivent ainsi à protéger le jaune, seul élément vivant de l'œuf. Nous avons fait connaître ensuite la *Toxicité des œufs* dans un certain nombre de notes ou de mémoires que nous avons réunis ici sous les n°s 15 et 17. Nous avons mis en évidence cette toxicité en montrant que les extraits des œufs de Poule, de Canard et de Tortue tuaient les animaux par des injections intra-veineuses, intra-cœlomiques ou simplement sous-cutanées. Nous avons vu que cette toxicité variait avec la nature des espèces qui fournissaient les œufs, avec l'alimentation et l'époque de la vie des femelles, avec l'âge de l'œuf après la ponte et aussi avec l'état plus ou moins avancé de l'incubation; enfin nous sommes parvenu à montrer que les principes toxiques étaient représentés, ici, par de la névrine, pour une faible partie et par des toxalbumines ou des alcaloïdes pour le reste.

Nos recherches *Sur les spermatozoïdes*, pris en particulier, ont consisté tout d'abord à étudier leur mode de formation (N° 43). Cette étude avait porté surtout, jusqu'alors, sur les phénomènes morphologiques; pour nous, nous avons voulu rechercher quels sont les phénomènes physico-chimiques qui président à la formation des éléments mâles. Nous avons vu que ces phénomènes consistaient en une deshydratation du noyau et du corps cellulaire, suivie ou accompagnée d'un changement dans le chimisme de la chromatine nucléaire. Ces dernières notions, entièrement nouvelles, du moins quant à l'interprétion que nous leur donnons, nous permettent de comprendre comment le spermatozoïde devient un élément à vie ralentie, pouvant vivre longtemps sans nourriture; elles nous expliquent également comment l'élément mâle rentre à l'état de vie active lorsqu'il est rehydraté dans un milieu nutritif convenable tel que l'œuf.

Mais nos recherches sur la *Toxicité du sperme* (N° 16 et 17) nous ont fourni récemment une notion encore plus importante, croyons-nous. C'est ce fait que les spermatozoïdes doivent emporter avec eux, dans l'acte de la fécondation, une certaine quantité de ees substances toxiques que nous parvenions à extraire

du sperme de Cobayes, de Chiens et de Tortues. Ces substances, qui paraissent être de même nature dans les œufs et dans le sperme, agissent dans nos expériences en excitant les centres nerveux des animaux que nous injectons. Dès lors, la nature et le rôle des éléments sexuels dans la *Fécondation* (18) nous apparaissent de plus en plus clairs; voici comment :

Les glandes sexuelles sont, avons-nous dit, des organes excréteurs rejetant en particulier des substances qui, toxiques à forte dose, deviennent simplement stimulantes de la matière vivante, dans le cas contraire. Dans les œufs parthénogénétiques, ces stimulines sont de telle nature ou de telle quantité que leur activité peut conduire directement aux phénomènes de la segmentation et à la formation d'un nouvel individu. Dans les œufs ordinaires, au contraire, ces stimulines sont telles qu'elles tendent à conduire l'œuf à la sénescence, puis à la mort, à moins qu'une partie ou la totalité de ces substances ne soit transformée par les substances mâles, dans l'acte de la fécondation, ou par d'autres substances neutralisantes, telles que les corps chimiques employés dans les expériences de parthénogenèse artificielle.

Le spermatozoïde, porteur de certaines stimulines, viendrait donc, au moment de la fécondation, exciter la matière vivante de l'œuf, comme nous avons vu, dans nos expériences, les toxalbumines du sperme venir agir si puissamment sur les centres nerveux. De leur côté, les substances toxiques solubles, contenues dans l'œuf, viendraient à leur tour réagir sur la tête du spermatozoïde et ainsi seraient déterminés les phénomènes de cinèses successives qui suivent la fécondation, tant celles du pronucleus mâle que celles du pronucleus femelle.

Mais, dans ces actions et réactions, une partie des substances toxiques contenues dans les blastomères doivent se neutraliser ou se détruire, puisque Phisalix, dans l'embryon de Crapaud, et nous-même, dans l'œuf de Canard en incubation, avons vu la toxicité diminuer, ou même disparaître entièrement. Corrélativement à cette disparition progressive des toxines, nous voyons les cinèses embryonnaires se faire de plus en plus lentement, ce qui vient encore plaider en faveur de l'opinion que nous venons d'émettre.

Certes, nous arrivons à présenter, là, des considérations en grande partie purement théoriques, mais le chercheur ne ferait pas œuvre vraiment scientifique, si, de temps en temps, son esprit n'essayait d'aller au delà des résultats positifs fournis par ses expériences. Du reste, on a pu juger, par l'exposé que nous venons de faire de cette hypothèse, combien elle était loin d'être gratuite; aussi le professeur Laulanié a-t-il écrit, tout récemment, dans la 2e édition de ses « Éléments de Physiologie », où il vient de faire connaître ces idées : « Telle est l'hypothèse que M. Loisel soutient depuis quelque temps avec beaucoup de vraisemblance et d'excellentes raisons » (p. 1155).

Cette hypothèse nous était venue à l'esprit, non seulement à la suite de nos recherches sur les éléments sexuels dont nous venons de rendre compte, mais encore après avoir fait un certain nombre d'observations et d'expériences sur les infusoires (48 et 49). Ce dernier ordre de travaux nous avait conduit d'autre part à envisager une question qui a tant de rapports avec la précédente, *la Sénescence et la conjugaison des protozoaires* (26).

Nous arrivons, dans ce mémoire, à dire que si un infusoire vieillit, c'est parce que, dans ses réactions multiples contre les milieux extérieurs dans lesquels il vit, un nombre de plus en plus grand de ses molécules protoplasmiques se trouve immobilisé, soit momentanément, soit définitivement. Il en résulte nécessairement, chez cet infusoire, une assimilation d'autant plus difficile et une diminution progressive dans son pouvoir d'immunisation naturelle.

Nous montrons, du reste, que notre explication de la sénescence est vérifiable par l'observation et par l'expérimentation. Aussi croyons-nous pouvoir conclure que la sénescence est un état dans lequel le protoplasma a perdu une partie de sa puissance vitale. Nous avons admis que cet état provient de la présence, ou du passage constant, de substances nocives, formées à la suite des réactions de la matière vivante sur le milieu extérieur et incomplètement neutralisées. Dès lors, peuvent s'expliquer la signification de la conjugaison et la nature de la réjuvénescence qui suit ce phénomène : la conjugaison se réduit à un ensemble de phénomènes chimiques qui vient s'opposer à un autre ensemble, celui de la sénescence; il en résulte, pour chaque conjoint, une sorte d'épuration protoplasmique en même temps qu'une puissance d'immunisation nouvelle.

La signification de cette fonction devient aussi plus claire. Elle représente un des moyens de défense de la matière vivante contre la mort, moyen acquis sans doute par sélections successives, au cours de l'évolution.

Des considérations théoriques nous amènent également à comprendre de la même façon la *signification de la division cellulaire* (27). Mais nous passons promptement pour arriver aux recherches sur le sexe, la sexualité et l'hérédité, recherches qui occupent actuellement et déjà depuis plusieurs années, la plus grande partie de notre activité scientifique.

V. — RECHERCHES SUR LA SEXUALITÉ

« Les fonctions sexuelles sont certainement, avec les fonctions de nutrition, les plus importants de tous les actes vitaux. On l'a dit et répété maintes fois, la faim et l'amour sont les deux plus grands mobiles de toutes les actions, aussi bien celles de tous les êtres humains que de tout autre être vivant, qu'il appartienne au règne végétal ou au règne animal.

« De ces deux mobiles, c'est sans aucun doute le second qui s'adresse le plus directement à notre intelligence, car son étude soulève nombre de problèmes qui touchent à l'essence même de la vie. De tout temps, du reste, l'homme fut attiré par les passionnants problèmes de la sexualité et, comme nous le verrons plus tard, l'historique de cette étude doit remonter jusqu'aux premiers philosophes qui n'ont fait pourtant que donner le caractère philosophique à des notions et à des idées dues à des civilisations encore plus anciennes. Cependant, ce n'est guère que dans le courant du XIX[e] siècle que l'on a vu naître le courant scientifique qui entraîne de plus en plus les biologistes vers les questions sexuelles. Dans ces dernières années surtout, les recherches se sont multi-

pliées aussi bien dans l'ordre de l'expérimentation que dans celui de l'observation ou de la pure spéculation. Et les résultats obtenus ont été parfois si grands, les découvertes si imprévues, qu'il est permis d'entrevoir aujourd'hui des perspectives nouvelles.

« Pour notre part, depuis l'année 1901, époque où nous avons commencé, à la Sorbonne, notre cours libre d'Embryologie, il n'y a pas eu de saison où nous n'ayons consacré, sinon toutes, du moins la plus grande partie de nos leçons, à traiter un des points de vue de la grande question sexuelle. Nous avons fait de même à l'École d'Anthropologie en 1903, 1904 et 1905. Enfin, pendant cette période de cinq années, la plus grande partie de nos recherches originales ont toujours été dirigées vers le même but.

« Il nous a semblé que nous pourrions rendre service à tous ceux qui s'occupent de Biologie, en publiant nos leçons sous la forme de plusieurs volumes dont l'ensemble doit former une sorte de Traité de la sexualité. Jamais, en effet, une pareille œuvre n'a été entreprise ni en France, ni à l'étranger ; car, si beaucoup de livres ont paru sur la sexualité, les uns, tel que celui de Geddes et Thompson, ne traitent la question qu'au point de vue doctrinal, d'autres, comme celui d'Havelock Ellis, n'envisagent que certaines parties de la sexualité; d'autres encore, à titres plus ou moins attirants, ont un caractère de littérature spéciale qui, nous n'avons guère besoin de le dire, ne saurait nous intéresser.

« Ici, comme nous l'avons toujours fait dans nos leçons, nous envisagerons les questions sexuelles avec un esprit strictement scientifique et surtout avec cet esprit expérimental qui a fait la gloire de la science française. C'est dire que nous ne nous arrêterons guère aux théories qui planent exclusivement dans la splendeur des idées, pas davantage aux solutions pratiques qui prétendent s'appliquer immédiatement à l'espèce humaine.

« Nous nous efforcerons cependant d'approfondir le plus possible les diverses questions sexuelles et, pour cela, nous tâcherons de ne négliger aucun point de vue. Malgré tout, nous ne saurions avoir la prétention d'être complet, car la bibliographie biologique est devenue si touffue qu'il est très possible de passer à côté de quelque mémoire important. Nous ne saurions non plus avoir l'illusion d'avoir fait une œuvre exempte de reproches; nous avons conscience que d'autres devront apporter à ce travail d'ensemble des améliorations de plan et de rédaction, en même temps que des augmentations de détail. Mais nous n'avons voulu faire qu'une œuvre d'essai en mettant au point une des questions les plus confuses et en lui apportant quelques idées et quelques faits nouveaux. »

Les pages que nous venons d'écrire sont extraites d'un premier volume qui paraîtra en 1906. C'est pour donner une idée du but que nous poursuivons dans nos recherches actuelles que nous donnerons encore quelques extraits des introductions de deux autres volumes en préparation; du reste, ces introductions, que nous avons publiées sous forme d'articles de Revues, ne sont que la reproduction de nos leçons.

Dans le premier de ces articles, nous montrons comment s'est faite l'*Évolution des idées générales sur la sexualité* (N° 1). Quel que soit l'intérêt philosophique

de la question, nous ne pouvons donner ici que le début et la fin de l'article avec, entre les deux, l'indication de ses principales divisions.

« Dès que l'intelligence humaine eut atteint un certain degré de développement, dès que l'homme réfléchit, un des premiers problèmes psychiques qui vinrent troubler son esprit fut, sans doute, celui de son origine.

« Ce furent d'abord les mythologies et les religions qui répondirent à cette question. Toutes admirent l'existence de divinités créatrices : en Perse, ce fut Anâhita, Anaït ou Anaïtis, la divinité bienfaisante de l'Avesta ; en Égypte, Isis, dont l'amour parvint à ressusciter son époux, et qui, par là, commença les divins enfantements ; en Palestine, Elohïm, Iabveh ou Jéhovah, qui deviendra le Dieu des chrétiens ; en Grèce, Aphrodite, qui naît elle-même par génération spontanée, de l'écume des flots ; à Rome, Vénus ; à Babylone, Mylitta ; en Phénicie, Astarté. Toutes ces divinités avaient présidé à l'origine ou présidaient toujours, pour les Anciens, à la fécondité inépuisable de la Nature ; et le charme si profond, qui se dégage encore aujourd'hui de l'étude approfondie de ces mythes, explique pourquoi l'homme s'est contenté pendant si longtemps de ces explications naïves.

« De bonne heure, cependant, à côté des prêtres qui gardaient jalousement leurs mystères, les philosophes, ne s'occupant guère alors que de l'espèce humaine, se demandèrent quels étaient les rôles respectifs de l'homme et de la femme dans la génération ; ils cherchèrent à comprendre comment, de l'union passagère de ces deux sortes d'individus, pouvait résulter la création d'un nouvel être. »

Dans un premier chapitre, nous voyons Hippocrate et Aristote exposer leurs deux théories contraires pour expliquer la formation de l'embryon humain, théories qui nous arrêtent bien peu maintenant et qui guidèrent pourtant la science jusqu'au xviie et même jusqu'à la fin du xviiie siècle.

La découverte de l'œuf des animaux vivipares, en 1651, vint porter un premier coup aux théories de l'Antiquité, non toutefois sans rencontrer de vives oppositions, et en soulevant des polémiques passionnées dont nous donnons quelque idée dans notre travail. La découverte du spermatozoïde, en 1677, vint encore compliquer le débat et ce fut bientôt une confusion telle, dans cette partie de la science, que l'on vit, en fin de compte, beaucoup de savants revenir purement et simplement aux théories des Anciens. C'est à cette époque que Buffon fait ses expériences célèbres sur la génération des animaux, que Haller et Tissot nous donnent les premières notions sur les sécrétions internes des glandes génitales et enfin que nous trouvons les premières données scientifiques sur les phénomènes menstruels et sur la sexualité des végétaux.

Avec le xixe siècle, nous voyons la question prendre une orientation nouvelle. Depuis longtemps, on avait homologué la graine des végétaux supérieurs à l'œuf des animaux ovipares ; mais, jusqu'au XIXe siècle, les physiologistes voyaient encore, dans l'acte de la génération animale, presque autant de procédés particuliers qu'il y a de classes d'animaux. C'est un Français, Coste, qui commença à montrer l'unité de la fonction en faisant voir (1837, p. 200) que l'ovule des Mammifères est comparable au jaune d'œuf des Oiseaux. En même temps, les

recherches d'anatomie et de physiologie comparées venaient démontrer, d'une façon définitive, que l'oviparité et la viviparité émanent d'un phénomène identique, dont elles ne représentent que deux modifications pouvant se rapprocher, s'unir et se confondre.

C'est donc seulement à partir de cette époque, si rapprochée de nous, que nous voyons apparaître la notion de sexualité telle que nous la comprenons aujourd'hui, c'est-à-dire s'étendant à la Nature animée tout entière. Dans les idées que nous allons voir éclore maintenant, nous n'aurons donc plus à nous demander si les biologistes veulent parler de l'homme, des vivipares, des ovipares ou des végétaux; leurs théories vont viser la connaissance de la sexualité, sans qualificatif.

Depuis trois siècles, les découvertes en Histoire naturelle s'étaient tellement accumulées que la nécessité d'établir des groupements, des catégories, se faisait de plus en plus sentir.

Tournefort et Linné furent les premiers à établir une classification véritablement utile. Avec cette classification, la *notion de l'espèce* (qui avait été déjà définie au moyen de la parenté et de la procréation, par le botaniste anglais Ray, en 1682) entre en maîtresse dans l'Histoire naturelle. Pendant la majeure partie du XIXe siècle, les discussions célèbres qui eurent lieu, entre les partisans de la fixité et ceux de la variabilité des espèces, ne firent qu'affirmer de plus en plus l'existence propre de l'espèce.

Et alors, par une de ces erreurs de méthode si répandue même chez les savants, l'on arriva à méconnaître peu à peu les individus, en tant que personnalités distinctes; on ne voulut plus voir, dans la Nature, que des couples, des espèces qui ne sont pourtant, en quelque sorte, que des créations artificielles de notre esprit[1]. A partir de ce moment, les physiologistes nous montreront, dans les organismes, deux sortes de fonctions : celles qui ont pour but la vie de l'individu lui-même, les fonctions de nutrition et de relation, et celle qui n'envisagent que la vie de l'espèce, les fonctions de reproduction, la sexualité. Les philosophes vinrent à la suite de ces naturalistes : avec Voltaire et Chamfort d'abord, avec Schopenhauer ensuite, nous voyons les premières fonctions compter seules pour la vie de l'individu et les fonctions sexuelles et les jouissances qui les accompagnent n'être qu'une sorte de piège, tendu par la Nature, pour inciter les individus à se sacrifier au profit de leur espèce. C'est la une opinion qui, favorisée par certaines doctrines religieuses, se retrouve encore un peu partout de nos jours et que l'on nous voit combattre dans le cours de cet article, du moins dans cette forme sous laquelle on la présente habituellement.

D'un autre côté, la découverte des phénomènes intimes de la fécondation, faite dans le courant du dernier sicle, attira de nouveau l'attention des biologistes sur les éléments sexuels.

Dès lors, les biologistes vont refuser au testicule et à l'ovaire le nom de glande et au sperme le nom de *produit sécrété* qu'on leur donnait jusqu'ici.

A partir de cette époque, on négligea complètement la partie liquide du sperme que l'on considéra comme un simple substratum. Aussi, lorsque les découvertes récentes vinrent montrer la réelle existence d'une secrétion

chimique véritable du testicule, on ne voulut voir, dans les produits sécrétés, qu'un matériel nutritif élaboré en vue de la nourriture des spermatozoïdes.

Depuis quarante ans, les cytologistes ont porté toute leur activité sur l'étude morphologique des éléments sexuels. Actuellement, il n'y a pas d'année où ne soient publiés deux ou trois travaux sur les spermatozoïdes ou sur les ovules. On a fouillé ces éléments jusque dans leurs parties les plus fines et il suffit de comparer le schéma d'un spermatozoïde donné il y a dix ans avec celui donné aujourd'hui pour se rendre compte du chemin parcouru.

Mais il s'en faut de beaucoup que cette analyse patiente et minutieuse nous ait renseigné davantage sur la nature même de ces éléments, sur leur signification physiologique et sur leur rôle dans la fécondation; elle a eu, par contre, cet effet malheureux de fixer les biologistes, s'occupant de sexualité, dans la voie exclusive de la morphologie et de leur faire négliger les recherches d'analyse chimique et d'expérimentation qui, seules, peuvent maintenant conduire à la physiologie.

Telles sont les idées qui sont actuellement la base de tout ce qu'on écrit sur la sexualité.

Aujourd'hui, les biologistes ne considèrent guère, dans les fonctions sexuelles, que les seuls éléments ovule et spermatozoïde, c'est-à-dire ce qui sert seulement à l'espèce. Et les théories dont nous parlons, à partir de maintenant, vont toutes plus ou moins refléter ces errements.

La première de ces théories générales que nous envisageons, nous la désignons sous le nom de *parasitisme sexuel*, car elle admet que les organes génitaux représentent des sortes d'individualités distinctes, se nourrissant, comme des parasites, aux dépens du corps qui les contient.

Nous la montrons, dans toutes ses transformations, depuis Platon jusqu'aux biologistes actuels et nous terminons son exposé en disant :

« En somme, si l'on se contente de porter sur la théorie du parasitisme sexuel une vue d'ensemble, cette théorie est séduisante; elle est simple, elle explique clairement quelques faits ; enfin elle vient apporter un caractère plus scientifique à certaine école philosophique dont je vous parlais tout à l'heure. Elle tend à nous montrer, en effet, qu'en définitive, les individus n'agissent, dans la Nature, que pour faire vivre l'espèce. Et c'est ainsi que la science positive viendrait justifier ces paroles de Schopenhauer : « L'amour n'est donc que le « vouloir vivre » de l'espèce, le besoin de se perpétuer aux dépens des illusions et des joies éphémères qu'éprouve l'Homme... Les animaux aussi sont dupes de cette mystification de la Nature qui, par l'appât de la jouissance, leur fait croire qu'ils travaillent pour leurs plaisirs individuels, tandis qu'ils ne travaillent en réalité que pour les besoins de la perpétuité de l'espèce.»

« Mais, messieurs, pour juger une théorie, la méthode scientifique exige autre chose qu'une vue d'ensemble, et il suffit d'approfondir un peu la théorie du parasitisme sexuel pour voir le vide réel qu'elle renferme.

« En y réfléchissant purement et simplement, il y a tout d'abord une chose qui ne manquera pas de vous frapper. Si l'on veut mettre en évidence tout ce

qui sert à la vie de l'espèce, si l'on veut opposer les organes qui servent à la reproduction sexuelle à ceux qui servent à la nutrition de l'individu, pourquoi s'en tenir aux glandes génitales? Est-ce que les mamelles, les glandes odorantes, l'utérus, ne présentent pas aussi un développement exagéré au moment du rut? Logiquement, il faut donc faire aussi, de ces organes, des parasites du soma, mais alors, prenez garde d'être entraînés à considérer l'organisme tout entier comme un parasite de lui-même!

« D'un autre côté, lorsque les défenseurs de la théorie nous montrent que, dans un certain nombre de cas, les muscles du tube digestif régressent pendant que les glandes génitales se développent, ces biologistes ne font que mettre en évidence une concordance entre deux ordres de phénomènes. Or il y a déjà longtemps que Bacon a fait remarquer (*Novum organum*, 1620) que toute concordance, serait-elle constamment observée, n'implique pas forcément une relation de cause à effet entre les deux phénomènes. Mais, du reste, il suffit de jeter un coup d'œil sur le règne animal pour voir que cette concordance entre la maigreur du soma et la présence des réserves nutritives dans les éléments sexuels n'existe pas toujours. Il est à observer, en effet, que ce ne sont pas les femelles qui produisent le plus d'œufs ou les plus gros œufs qui deviennent les plus maigres à ce moment. Il est même à considérer que, des deux sexes, c'est toujours le mâle qui paraît le plus malade au moment du rut, et c'est pourtant l'organisme sexuel qui fournit le moins de substances pour la formation des produits génitaux.

« Enfin, si beaucoup d'individus sont dans un état régressif particulièrement prononcé au moment de la reproduction, c'est également un autre fait d'observation, des plus fréquents, que beaucoup de femelles, de femmes en particulier, sont toujours dans un état de santé meilleur lorsque leurs glandes sexuelles fonctionnent régulièrement, et même lorsqu'elles portent, dans leur sein, un embryon qui lui, pourtant, semble bien, à première vue, agir comme un véritable parasite.

« D'autre part, si l'on examine les glandes génitales au moment où elles paraissent retirer du soma cette abondance de nourriture qui nous a frappés chez le Saumon, on remarque bien vite que ces glandes ne se conduisent nullement comme des organismes parasites dont une bonne nutrition augmenterait l'organisation, la force et la vitalité des éléments; elles apparaissent, tout au contraire, comme des organes excréteurs, comme des glandes holocrines et mérocrines, tout à la fois; elles se comportent de la même façon que les mamelles ou que les glandes sébacées, par exemple, c'est-à-dire comme des organes dont les éléments cellulaires, chargés de produits d'élaboration et rejetés hors de la glande, meurent plus ou moins vite.

« Et, pour en revenir au cas du Saumon, si la substance musculaire disparaît en partie, aux époques sexuelles, ce n'est pas parce que les glandes génitales s'en nourrissent; c'est, comme nous le montrerons bientôt, parce que les muscles, ainsi que l'organisme tout entier, sont dans un état de régression maladive. Les deux phénomènes concordent, non pas parce que l'un est l'effet de l'autre, mais parce qu'ils dépendent l'un et l'autre d'un état spécial de l'organisme caracté-

ristique de chaque poussée sexuelle, et que nous aurons bientôt à mettre en évidence.

« Qu'il y ait maintenant relation intime entre le fonctionnement des glandes génitales et l'organisme; que certains phénomènes du soma soient sous la dépendance du germen, cela est indéniable. Mais nous verrons que les glandes génitales agissent ainsi comme des glandes à sécrétion interne; il n'y a pas plus à parler, pour elles, d'action parasitaire que pour toute autre glande à sécrétion interne de l'organisme, pour le foie ou pour les capsules surrénales, par exemple. »

La théorie métabolique que nous exposons ensuite ne nous paraît pas susceptible d'une critique aussi sévère, mais elle ne fait qu'approcher de près la solution du problème, sans toutefois arriver à le résoudre entièrement. La sexualité est le résultat d'une crise catabolique, dit cette théorie; cela nous parait exact, mais pourquoi cette rupture ou plutôt quelle en est la cause? D'un autre côté, ramenant toujours la sexualité à l'espèce, la théorie n'explique pas davantage ou fait intervenir une finalité pour expliquer nombre de phénomènes du rut. Nous nous arrêtons ensuite à d'autres théories, moins connues quoique non moins intéressantes, à celle de l'autophagie sexuelle de Dangeard et à la théorie de Keiffer, puis nous terminons cette revue critique par les conclusions suivantes :

« L'étude historique par laquelle j'ai voulu commencer ces leçons sur la sexualité ne doit pas être une simple manifestation d'érudition. Cette étude nous a déjà fait connaître, en effet, les principaux points de la question; elle nous a montré en même temps des opinions d'inégale valeur; elle a reflété plus ou moins justement, devant vous, les errements des temps passés dont nous sommes toujours les tributaires; enfin elle nous a fait revivre avec des esprits philosophiques, avec des hommes avides de savoir, et, avec ceux-là, il est toujours profitable de venir passer quelques heures de sa vie.

« Ce qui frappe le plus, sans doute, dans cet historique, c'est la discontinuité que l'on trouve dans les esprits et dans les idées des hommes, c'est l'abandon de théories anciennes venant réapparaître, plus ou moins modifiées, dans les siècles suivants.

« Mais il en est de cette question comme de toutes les autres en science, et j'aurais certes commis une erreur si j'avais présenté l'évolution des idées sur la sexualité sous forme de l'arbre symbolique, dont les branches, de plus en plus touffues, vont étendre au loin leur ombre bienfaisante. La science ne progresse que par les hommes; or les hommes dépendent d'abord de leur hérédité et de leur éducation; ils sont liés ensuite à la marche même des grandes découvertes qui viennent, tout à la fois, donner un nouvel essor à la science, en même temps, malheureusement, qu'elles endiguent, trop longtemps et trop exclusivement surtout, la direction des recherches.

« A l'époque où l'on ne connaissait guère que des humeurs, dans les organismes, la sexualité ne fut expliquée, avec les Anciens, que par le mouvement de ces humeurs (Hippocrate) ou par l'intervention de forces particulières contenues dans ces humeurs (Aristote). Il en fut ainsi pendant plus de deux mille

ans, car c'est seulement au XVIIIe siècle que la découverte des ovules et des spermatozoïdes vint détourner, pendant un certain temps, toute l'attention des savants. Les exagérations des ovistes et des spermistes permirent à Buffon de faire revivre tout à la fois, dans son systéme, les humeurs d'Hippocrate et les particules représentatives d'Aristote. Mais, dans le cours du XIXe siècle, à la suite de la découverte des phénomènes intimes de la fécondation, on revint avec ardeur à l'étude des éléments sexuels et aux explications purement mécaniques de la fécondation et de l'hérédité. Dès lors, on ne s'occupa plus guère que de ces questions et, encore aujourd'hui, pour beaucoup d'esprits, la sexualité n'est représentée que par les éléments fécondants, et les fonctions sexuelles que par la fécondation.

« Cependant les théories humorales ne faisaient que sommeiller. Aprés une vogue d'un moment, avec Brown-Séquard, elles semblent reprendre actuellement un nouvel essor; cela se produit à la suite des études histo-chimiques des sécrétions génitales et des corrélations si frappantes que l'on découvre entre le fonctionnement du testicule et de l'ovaire et la formation des caractéres sexuels secondaires.

« En somme, la discontinuité dont je parlais tout à l'heure a été plus apparente que réelle. Aujourd'hui, comme au XVIIIe, comme au XVIIe siècle et même comme au temps des anciens Grecs, si proche de nous, malgré les siécles écoulés, les idées courantes sur la sexualité partagent encore les hommes en deux grands courants ; les uns en tiennent toujours, au fond, pour Hippocrate et ses humeurs; les autres parlent de forces, d'énergies, de particules représentatives qui rappellent de bien près les « esprits » et les « forces formatives » d'Aristote.

« L'ancienneté et la persistance, à travers les âges, de ces deux courants d'idées sont une constatation intéressante. Elles indiquent d'abord, certainement, une double direction dans l'esprit des hommes qui se sont occupés de ces questions. On peut remarquer, en effet, que, chez nous du moins, les médecins se rangent plus volontiers du côté d'Hippocrate, alors que les philosophes et les biologistes purs suivnt davantage Aristote. Mais cette constatation peut et doit signifier aussi que les deux systèmes renferment l'un et l'autre quelque chose de vrai. Un philosophe n'a-t-il point dit, paraphrasant un mot de Spencer : « Les principes les plus opposés contiennent toujours une certaine quantité de cette vérité qui est éparse partout, condensée dans une formule ? »

« Donc, loin de combattre ces deux grands courants qui se manifestent encore aujourd'hui dans les questions sexuelles, je m'efforcerai de découvrir et de mettre en évidence les liens qui doivent les unir.

« J'essayerai, avant tout, de grouper en un seul ensemble toutes les questions diverses qui s'agitent isolément autour du mot sexualité : l'origine du sexe, le dimorphisme sexuel, les phénomènes du rut, la fécondation, l'hérédité, le déterminisme des sexes, l'instinct génital, l'amour maternel, etc. Ce sont là autant de points que l'on spécialise actuellement dans la science et qui, sans aucun doute, sont dépendants les uns des autres, du moins dans une certaine mesure, qu'il s'agira, pour nous, de déterminer.

« Une autre erreur des méthodes actuelles est, nous l'avons vu, de considérer les fonctions sexuelles, non pas par rapport à la vie de l'individu lui-même, mais par rapport à la vie de l'espèce à laquelle appartient cet individu. La conséquence de cette méthode est la tendance à ne voir, dans la sexualité, que les seuls éléments fécondants, et, dans la fécondation, que la seule fonction importante de la sexualité.

« Cette manière de considérer la question est due, sans doute, aux progrès de la technique histologique et aux nombreuses découvertes morphologiques que cette technique nous a fait connaître, sans plus de profit, du reste, pour la connaissance réelle des phénomènes. Mais elle rappelle toujours aussi ces temps où l'espèce apparaissait aux yeux des philosophes comme une sorte de divinité jalouse pour laquelle les individus étaient sacrifiés.

« Certes, beaucoup de biologistes, ceux qui ne restent pas cantonnés dans les courtes vues des spécialisations, tendent de plus en plus à ne voir dans la Nature que des individus; mais il en est d'autres aussi qui continuent à vivre sur les errements d'un transformisme mal compris; ce sont, avant tout, ceux qui demandent seulement à une idée nouvelle d'être claire, simple et vraisemblable.

« Je crois que la meilleure méthode, actuellement la plus profitable pour étudier la sexualité, est, sans méconnaître aucune œuvre du passé, de considérer ce grand problème par rapport à l'individu, c'est-à-dire de prendre pour guide la Nature qui nous montre, dans les sécrétions génitales et dans la lactation, par exemple, des fonctions intéressant nécessairement l'individu avant de s'adresser à ses enfants. Nous étudierons donc tout d'abord, ici, les phénomènes du rut, aussi bien ceux qui se laissent voir immédiatement dans les organismes que ceux qu'il faut aller chercher profondément dans l'intimité même des tissus; non seulement nous étudierons ces phénomènes en eux-mêmes, mais encore et surtout dans leurs rapports avec les autres fonctions de l'individu.

« Dans cette étude nous rencontrerons évidemment les éléments sexuels; mais, dans leur formation, nous ne verrons qu'un des effets, qu'une des manifestations du rut, contrairement aux idées de ceux qui ne veulent voir, en eux que la raison même de la sexualité. C'est seulement alors que, suivant la destinée de ces éléments, nous rencontrerons l'espèce sur notre route. Autrement dit, notre étude de la sexualité aura l'individu comme point de départ et l'espèce comme aboutissant.

« Comme je le disais tout à l'heure, pour mener à bien ce programme, je tâcherai de ne rien négliger des connaissances antérieurement acquises. Car il serait bien orgueilleux et un peu naïf celui qui, à notre époque, prétendrait pouvoir émettre une théorie générale, vraiment utile à la marche de la science, sans tenir compte de tout ce qui a été fait avant lui. Rassembler simplement des faits observés et les grouper en un certain ordre peut déjà servir à la découverte de vérités inconnues; c'est là, disait notre grand Lamarck, « dans l'étude de la Nature, la tâche que doit s'imposer, d'une manière inébranlable, quiconque se dévoue à concourir à ses véritables progrès ».

« Ainsi donc, prenant pour base de nos raisonnements la connaissance des

faits connus, appliquant à l'explication et à la coordination de ces faits les données fournies par nos recherches particulières, nous espérons pouvoir présenter, dans cet ouvrage, une conception nouvelle de la sexualité de laquelle sera exclu tout raisonnement purement hypothétique. »

Cette conception nouvelle, que nous annoncions ainsi, n'a pas encore été publiée. C'est qu'avant d'aborder la question de l'explication de la sexualité, il faut d'abord se reconnaître dans les modalités si diverses de cette fonction. Et c'est pourquoi, dans un second article qui a paru sous un autre titre (8), nous avons présenté une *Vue d'ensemble de la sexualité.*

Nous ne donnerons encore ici que quelques extraits de cet article, modifiés du reste comme nous avons cru devoir le faire depuis.

Après avoir montré les différentes manières dont les auteurs anciens et modernes ont compris les mots sexe et sexualité, nous considérons la question au double point de vue physiologique et évolutif et nous divisons les caractères sexuels en trois groupes :

I. — Caractères servant à accomplir l'acte de la fécondation, se formant de très bonne heure dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse;

II. — Caractères servant à préparer l'acte de la fécondation, apparaissant tardivement dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse;

III. — Caractères servant à l'éducation du nouvel être créé, apparaissant également tardivement dans l'Ontogenèse et dans la Phylogenèse.

Pour rester fidèles à la nomenclature classique, nous désignons ces trois groupes sous les noms de *caractères sexuels primaires, secondaires et tertiaires*[1].

I. — Sous le nom de caractères sexuels primaires, nous réunissons donc ceux qui servent à accomplir l'acte de la fécondation et qui apparaissent de très bonne heure dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse; ajoutons que ces caractères une fois formés persistent, en général, pendant toute la vie de l'individu.

Mais il nous faut immédiatement établir une subdivision dans ce groupe. De ces caractères, en effet, les uns, plus primitifs encore dans l'évolution, sont absolument indispensables à l'acte de fécondation, ils sont formés par les éléments sexuels, par les glandes qui élaborent ces éléments et par les conduits évacuateurs où l'ovule et le spermatozoïde terminent souvent leur évolution complète.

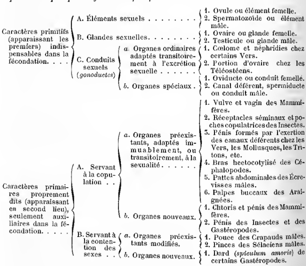
Les autres caractères, qui apparaissent toujours postérieurement aux précédents, ne jouent qu'un rôle accessoire dans la fécondation; ils n'existent guère, du reste, que dans les cas de fécondation interne; ce sont les organes qui servent à la copulation et à la contention des individus, pendant l'acte sexuel.

Cette subdivision est en réalité si importante qu'elle pourrait justifier une

1. Cette classification est en réalité la simplification de celle dont nous nous sommes servi dans nos leçons et qui avait été publiée par la *Revue scientifique*, du 30 mai 1903. Nous avons supprimé un groupe parce que les caractères qui nous avaient servi à le constituer peuvent être rangés plus utilement dans un des trois groupements formés ici; par exemple, l'amour et le mariage ne sont que des dérivés de l'instinct génital qui préside à l'accouplement et au coït; l'amour maternel et la famille, que des dérivés des caractères tertiaires d'éducation.

séparation complète de ces deux ordres de caractères, sous les noms de caractères sexuels primitifs et de caractères sexuels primaires. Quoi qu'il en soit, l'étude de chacun d'eux nous présentera encore à considérer d'autres subdivisions correspondant à des phases ou à des modes différents de l'évolution et de l'organisation de la sexualité. Le tableau suivant, bien qu'incomplet, suffit cependant pour donner une idée de l'ensemble de toutes ces divisions et subdivisions :

I. — *Caractères sexuels primaires servant à accomplir l'acte de la fécondation, se formant de très bonne heure dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse, persistant presque toujours une fois formés.*



Caractères primitifs (apparaissant les premiers) indispensables dans la fécondation. . . .	A. Éléments sexuels		1. Ovule ou élément femelle. 2. Spermatozoïde ou élément mâle.
	B. Glandes sexuelles.		1. Ovaire ou glande femelle. 2. Testicule ou glande mâle.
	C. Conduits sexuels (*gonoductes*)	*a.* Organes ordinaires adaptés transitoirement à l'excrétion sexuelle	1. Cœlome et néphridies chez certains Vers. 2. Portion d'ovaire chez les Téléostéens.
		b. Organes spéciaux .	1. Oviducte ou conduit femelle. 2. Canal déférent, spermiducte ou conduit mâle.
Caractères primaires proprement dits (apparaissant en second lieu), seulement auxiliaires dans la fécondation.	A. Servant à la copulation . .	*a.* Organes préexistants, adaptés immuablement, ou transitoirement, à la sexualité	1. Vulve et vagin des Mammifères. 2. Réceptacles séminaux et poches copulatrices des Insectes. 3. Pénis formés par l'exertion des canaux déférents chez les Vers, les Mollusques, les Tritons, etc. 4. Bras hectocotylisé des Céphalopodes. 5. Pattes abdominales des Écrevisses mâles. 6. Palpes buccaux des Araignées.
		b. Organes nouveaux.	1. Clitoris et pénis des Mammifères. 2. Pénis des Insectes et des Gastéropodes.
	B. Servant à la contention des sexes . .	*a.* Organes préexistants modifiés.	1. Pouce des Crapauds mâles. 2. Pinces des Sélaciens mâles.
		b. Organes nouveaux.	1. Dard (*spiculum amoris*) de certains Gastéropodes.

II. — Nous réunirons ensuite sous le nom de *caractères sexuels secondaires* tous ceux qui servent, non pas à accomplir l'acte de la fécondation, comme les précédents, mais ceux qui servent ou ont pu servir à la préparer, en facilitant, par exemple, le rapprochement sexuel, et en excitant les individus à l'acte sexuel.

Ces caractères, considérés dans la Phylogenèse comme dans l'Ontogenèse, apparaissent plus ou moins longtemps après les précédents; ils n'existent pas

dans la vie embryonnaire et ne se forment que chez les individus déjà pourvus de leurs caractères spécifiques ; enfin, d'une façon générale, ils disparaissent ou du moins s'atténuent notablement entre chaque période sexuelle.

La classification de ces caractères est très difficile à faire. Il serait peut-être plus simple de suivre, pour leur étude, l'ordre anatomique ; mais cette conception logique serait peu applicable ici où nous considérons la question d'une façon générale et plus spécialement physiologique. C'est dans cette idée que nous avons divisé les caractères sexuels secondaires en trois groupes correspondant à trois phases successives dans les phénomènes préparatoires de la fécondation. Ce sont d'abord ceux qui servent à la recherche des deux sexes différents ou plus généralement encore ceux qui ont pour résultat le rapprochement et l'union des deux éléments sexuels : telle est, par exemple, la constitution chimique particulière de l'organisme à chaque période sexuelle, d'où résultent, à ce moment surtout, une pigmentation, des odeurs, et souvent même une transformation d'organes somatiques comme l'apparition des sépales et des pétales chez les plantes, l'odeur et les couleurs des animaux en rut, etc. ; telle est encore la présence d'organes de mouvement portés uniquement par le sexe le plus actif, comme chez les Cochenilles, les Lampyres, les Phalènes et les Hybernia ; telles sont enfin les différences dans la taille, dans la force et dans la forme générale du corps (*dimorphisme sexuel*).

Dans cette recherche des sexes, les mâles jouent en général le rôle le plus actif. Il peut donc arriver que plusieurs mâles se rencontrent autour d'une même femelle, surtout lorsqu'il y a une différence accentuée dans la proportion relative des sexes. Alors une lutte s'impose entre les mâles pour la possession de la femelle, et c'est pour cette lutte que nous voyons ces individus pourvus de caractères sexuels spéciaux qui manquent en général aux femelles ; tels, par exemple, les cornes de certains Ruminants, les ergots des Coqs, les crochets maxillaires du Saumon.

Mais il ne suffit pas toujours d'avoir gagné, par la force, la possession d'une femelle, il faut encore assez souvent que le mâle agisse sur celle-ci, soit pour la préparer à l'accouplement, soit seulement pour l'amener à accepter son assaut. Et alors nous verrons apparaître les caractères sexuels secondaires que l'on a appelés quelquefois psychiques : cris ou chants spéciaux des mâles, chez les Cigales, les Grenouilles et les Oiseaux, par exemple ; odeurs sexuelles du musc, de la civette et du castoreum chez les Mammifères ; parures de noce observées surtout chez les Poissons, les Oiseaux et les Mammifères, etc.

III. — Dans beaucoup de cas, chez tous les animaux inférieurs, par exemple, non seulement les deux sexes ne se connaissent pas, mais encore les parents ne s'occupent à aucun moment ni de leurs œufs ni de leurs enfants ; ce sont les cas où la fécondation est externe, où la ponte se fait pour ainsi dire au hasard, et où les œufs n'ont besoin pour se développer que les conditions physico-chimiques ordinaires du milieu ambiant. Dans ce cas, l'éducation[1] du nouvel être se fait en dehors de tout contact avec ses parents.

1. Nous entendons par cette expression l'ensemble des conditions extérieures à l'œuf, agissant sur l'embryon, sur la larve ou sur le jeune en développement.

II. — *Caractères sexuels secondaires servant à préparer l'acte de la fécondation, apparaissant tardivement dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse, pouvant disparaître ou diminuer d'intensité entre chaque période sexuelle*[1].

A. Servant à la rencontre des sexes	1. Activité plus grande des organismes en reproduction sexuelle. 2. Pigmentation et odeurs particulières dans les deux sexes. 3. Organes de mouvement portés par le sexe le plus actif. 4. Différences dans la force, dans la taille, dans la forme du corps.
B. Servant à la lutte entre les mâles pour la possession des femelles	1. Cornes (Ruminants, etc.). 2. Ergots (Coq, etc.). 3. Crochets maxillaires (Saumons, etc.).
C. Servant à captiver ou à exciter la femelle	1. Cris ou chants spéciaux des mâles. 2. Odeurs sexuelles (musc, civette, castoreum, etc.). 3. Parures de noce.

D'autres fois, au contraire, les parents gardent avec eux les œufs fécondés ou bien les déposent dans des endroits favorables, choisis ou construits par eux; enfin, chez d'autres types encore, non seulement les parents s'occupent des œufs, c'est-à-dire des jeunes en voie de formation, mais de plus ils s'occupent de ces jeunes après leur naissance. Ce sont tous ces caractères nouveaux, en rapport avec ces fonctions nouvelles, que nous réunirons sous le nom de *caractères sexuels tertiaires*. Nous les reconnaîtrons d'abord à ce qu'ils servent, non plus à la fécondation, mais à l'éducation du produit de la fécondation, ensuite à ce qu'ils ne se forment où n'entrent en activité qu'au moment même de la reproduction. Ces particularités sont plus que suffisantes, il nous semble, pour séparer ces caractères sexuels des caractères primaires avec lesquels on les classe ordinairement. Du reste, là encore des subdivisions nombreuses seront nécessaires.

L'éducation concerne d'abord la protection et la défense du produit de la fécondation.

L'œuf est construit en général de telle façon qu'il peut déjà se défendre parfaitement lui-même. Mais, dans les cas qui nous occupent ici, les parents présentent des caractères qui viennent ajouter encore à cette défense de l'œuf.

Dans un premier groupe les parents rejettent leurs œufs une fois formés (exotochie de Giard); dans le cas le plus simple, les femelles se contentent de rechercher l'endroit le plus favorable pour l'incubation, et alors on voit parfois apparaître des organes d'oviposition permanents (tarière, oviscapte) ou transitoires (oviducte dévaginé de certains Poissons); chez quelques Poissons et beaucoup de Reptiles, les parents forment un nid, mais y abandonnent leurs œufs; chez les Oiseaux, enfin, les parents couvent leurs œufs dans le nid qu'ils ont formé.

1. Dans certains types, comme les plantes, il se produit des phénomènes de tachygenèse qui font que les caractères sexuels secondaires semblent apparaître presque en même temps que les caractères sexuels primaires.

Dans un second groupe, les femelles gardent sur elles, ou à l'intérieur de leur organisme, les œufs fécondés (endotochie).

Dans les cas les plus simples, l'œuf est rejeté hors des voies sexuelles, mais il est maintenu en contact intime avec un des organismes parents : soit dans une des cavités ordinaires du corps (branchies des Lamellibranches, bouche de certains Céphalopodes, pharynx d'un Poisson, l'Arius) ; soit dans des formations cutanées permanentes ou transitoires (Daphnies, Holothuries, Pipa, Notodelphes, Appendiculaires, Hippocampes, Syngnathes, Scyphies, le Rhinoderme de Darwin, les Monotrèmes et les Marsupiaux) ; d'autres fois, enfin, ce sont les appendices normaux du corps qui gardent les œufs en développement (nageoires des Solénostomes, pattes abdominales des Ecrevisses, tentacules du *Spirorbis spirillum*, tentes formées par les piquants de quelques Oursins).

Dans les autres cas d'endotochie, l'œuf fécondé se développe à l'intérieur de l'organisme femelle.

Le cas le plus simple ici est celui que l'on observe chez tous les végétaux supérieurs où nous voyons l'ovaire se transformer lui-même, une fois la fécondation terminée, en organe incubateur et protecteur, en fruit : parfois même, on voit certaines parties somatiques grossir également à ce moment et venir aider à la protection de l'embryon ; tel est le calice ou le réceptacle dans la Figue et dans la Fraise, l'involucre dans le Charme, les bractées de l'Ananas, le pédoncule floral d'une térébinthacée, l'Anacarde, etc.

Chez les animaux, on peut voir également l'ovaire se transformer directement en cavité incubatrice, comme chez les Poissons des genres Girardinus, Pœcilie et Blennie ; d'autres fois, comme chez les Sélaciens et les Mammifères, c'est une portion de l'oviducte qui se dilate ou se transforme plus ou moins complètement pour garder le jeune être en développement dans son intérieur.

Dans ces différents milieux, l'embryon trouve, en même temps que protection, tous les facteurs : eau, oxygène, lumière, électricité, chaleur, etc., nécessaires à son développement. Il y trouve aussi sa nourriture, mais, dans plusieurs cas, cette nourriture lui est fournie par ses parents, ce qui occasionne alors, chez ceux-ci, la formation de caractères sexuels spéciaux.

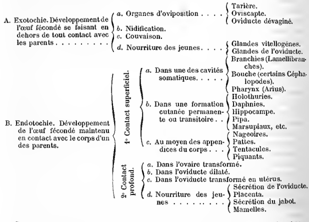
Dans l'exotochie, l'œuf ou l'embryon prend souvent, au passage, des matériaux nourriciers que lui versent des glandes spéciales, telles que les glandes vitellogènes des Trématodes, les glandes de l'oviducte des Reptiles, des Oiseaux et des Monotrèmes.

Dans l'endotochie, l'embryon consomme sur place les matériaux nourriciers fournis par l'organisme parent, et alors on voit des connexions de plus en plus intimes s'établir entre ce dernier et l'enfant ; tel est le cas, par exemple, de certains Poissons et de tous les Mammifères placentaires.

Enfin, dans beaucoup de types, le jeune éclôt avant d'avoir achevé son développement, c'est-à-dire à l'état de larve. Deux cas peuvent alors se produire : ou bien cette larve, n'ayant plus aucun contact avec ses parents, acquerra des organes spéciaux de défense et de nutrition, qui lui permettront de continuer son évolution ; ou bien, gardant au contraire un lien plus ou moins intime avec ses parents, elle déterminera sur ceux-ci, ou du moins accentuera la formation

d'autres caractères sexuels d'éducation. Telles sont les sécrétions du jabot au moyen desquelles les Abeilles et les Pigeons nourrissent leurs petits; telle est la formation des mamelles chez les Mammifères.

III. — *Caractères sexuels tertiaires servant à l'éducation du nouvel être créé, apparaissant tardivement dans l'Ontogenèse comme dans la Phylogenèse, se formant ou n'entrant en activité sexuelle qu'au moment même de la reproduction.*



Comme on a pu le remarquer, notre classification reflète toujours les idées classiques pour lesquelles la sexualité n'est que la fonction reproductrice et conservatrice de l'espèce. C'est une des raisons pour lesquelles nous avons été obligé de réunir parfois, dans nos groupements, des organes d'origine et de nature toutes différentes, n'ayant de rapport entre eux que par simple analogie. C'est aussi pourquoi ces groupements présentent quelque peu de ces limites imprécises, semblables à celles que Darwin et Waldeyer reprochaient aux œuvres de nos devanciers.

Nous le répétons, nous n'avons donné notre classification que comme moyen facile d'envisager, dès l'abord, l'ensemble de la sexualité; elle n'indique nullement surtout le plan définitif de notre ouvrage. Nous voulons étudier la sexualité, en effet, non plus en fonction de l'espèce, comme on l'a toujours fait depuis deux siècles, mais en fonction directe de l'individu, ce qui nous paraît être beaucoup plus conforme à la réalité des choses. Nous étudierons donc successivement l'individualité femelle, puis l'individualité mâle. Nous envisagerons ces individualités tout d'abord en elles-mêmes, portant chacune leur finalité propre;

nous les envisagerons ensuite, par rapport à l'individualité de sexe opposé. C'est alors seulement, après avoir acquis la connaissance des sexes, que nous étudierons les actes reproducteurs comme représentant quelques-unes des fonctions de la sexualité, mais non pas comme représentant cette sexualité tout entière.

L'union des sexes nous conduira ensuite à l'étude de l'instinct sexuel et par lui à celle de l'amour et du mariage dans la nature. Enfin, parlant des rapports que les individus sexués gardent souvent avec leurs enfants, nous arriverons naturellement à parler de l'amour paternel et maternel, pour arriver à étudier le rôle réciproque des sexes dans la constitution de la famille animale.

C'est à ce moment que, faisant en quelque sorte la synthèse de toutes les connaissances que nous aurons acquises, nous pourrons nous demander : Quelle est la nature de la sexualité, quelle est sa signification physiologique? Nous aurons alors à traiter des grands problèmes sexuels spéciaux, tels que ceux des caractères sexuels secondaires, du déterminisme et de la procréation volontaire des sexes.

Cependant notre tâche ne serait pas terminée si nous nous arrêtions ici. En effet, si la sexualité est tout d'abord, pour nous, une fonction des individus, elle n'en conduit pas moins, par l'un de ses côtés, à une fonction de la vie de l'espèce, à la fécondation. Aussi devons-nous inscrire, à la fin de notre programme, l'étude des éléments sexuels considérés au point de vue reproducteur, celle de l'œuf fécondé, et enfin celle des premiers temps de la vie embryonnaire. Et ainsi, parti de l'individu, nous reviendrons, par là même, à l'individu qui n'est en somme que la seule réalité de la nature.

Désirant étudier quelques points de ce vaste programme, nous avons essayé tout d'abord de déterminer la *Caractéristique générale des sexes*, c'est-à-dire de tâcher de mettre en évidence la nature propre de chaque individualité sexuée. Nous avons abordé la question par des travaux actuellement en cours et par deux articles d'érudition (9 et 10) dont nous donnerons ici quelques extraits.

La *définition de l'individualité femelle*, par exemple, est une de ces questions qui, comme celle de la sexualité elle-même, paraissent très claires, au premier abord, et qui, pourtant, deviennent de plus en plus confuses, au fur et à mesure qu'on veut les approfondir. C'est ce que nous montrons dans un de ces articles (10) en faisant la revue critique de toutes les manières différentes dont on conçut le sexe femelle, depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. « Ce court historique, disons-nous, en terminant l'article en question, nous montre qu'à toute époque la science classique a erré sur ce point de la question sexuelle sans pouvoir arriver à trouver une formule vraiment satisfaisante; en effet, si nous avions pris toujours ses idées à la lettre, il nous aurait fallu déclarer que tout être dépourvu d'utérus, d'ovaires ou d'ovules n'a pas de sexe.

C'est ce que certains n'ont pas manqué de faire et pourtant, à moins de subtilités de rhétorique inaccessibles à notre esprit, cela nous paraît évidemment faux. Chez la femme, par exemple, la plupart des attributs féminins sont déjà formés dans la première enfance; nous les retrouvons dans la vie embryonnaire, peut-être même dans l'état d'œuf; donc la crise pubertaire, c'est-à-dire

l'apparition de la ponte ovulaire, ne fait que développer ce qui existait auparavant. Ces attributs, la femme les conserve à la suite d'hystérectomie, ou d'ovariotomie, avec quelques modifications physiologiques inhérentes à toute suppression de glande à sécrétion interne. Et si, après la ménopause, le duvet qui couvrait les lèvres de quelques femmes devient de la barbe, si d'autres voient leur voix changer, leurs seins s'affaisser, combien la plupart, au contraire de ce qu'avance Virchow, gardent jusqu'à la vieillesse leur charme moral, toutes leurs qualités psychiques et, parfois même, jusqu'à la beauté des formes de leur corps.

Certes il existe des corrélations bien curieuses entre le fonctionnement des glandes génitales et les caractères sexuels secondaires. Chez quelques femelles, comme chez un grand nombre de mâles, on voit les caractères morphologiques et physiologiques se modifier périodiquement en même temps que se modifie l'activité des glandes génitales. Mais il semble qu'on ait exagéré quelque peu ces corrélations, surtout lorsqu'on a voulu en faire des relations de cause à effet; car nous avons montré, que des changements semblables, dans les caractères sexuels secondaires, peuvent se faire sous l'influence d'autres causes que celles du fonctionnement des glandes génitales.

Enfin, ce qui indique bien que la caractéristique de la féminité dépasse la nature même de ces glandes pour s'étendre à l'organisme tout entier, c'est ce qui se passe chez un certain nombre de types, chez les Éponges, chez beaucoup de Cœlentérés, d'Annélides et chez toutes les plantes dioïques. Chez un Saule ou un Dattier, par exemple, non seulement la plante femelle perd sa faculté de former des graines après le printemps, mais encore elle perd tous ses organes sexuels, et cependant elle garde sa caractéristique générale femelle puisqu'on la reverra former toujours des graines, à chaque printemps suivant.

N'est-il pas évident ici que la graine est la conséquence de l'activité d'un individu femelle et non la propre cause de cette activité ?

Nous arrivons ainsi à cette conclusion que l'activité sexuelle propre à un sexe donné est déterminée par l'ensemble des fonctions vitales, et non par tel ou tel phénomène pris en particulier. L'individu femelle n'est pas caractérisé *essentiellement* par ses organes externes, ni par aucun de ses organes internes : ni par l'utérus, ni par l'ovaire, ni par l'ovule. Sa nature femelle provient de quelque chose de plus profond et ce quelque chose imprègne tellement son être que nous le retrouverons dans tous ses organes de nutrition ou de relation. Ceci revient à dire, en somme, que chacun des tissus et des plastides de l'individu femelle renferme une petite part de ce grand ensemble qui constitue le sexe.

Le sexe femelle, comme le sexe mâle, procède donc, pour nous, d'une cause ou d'un ensemble de causes primordiales dont l'origine se trouve dans le fonctionnement même de la matière vivante. Ces causes sont relativement simples sans doute, mais leurs efforts ont été en se multipliant au fur et à mesure que les facteurs de l'évolution sont venus compliquer la vie des organismes.

Ce sont ces effets que l'on étudie actuellement et que l'on a toujours envisagés du reste sous le nom de caractères ou de phénomènes sexuels.

Pour remonter plus haut, pour tâcher de découvrir la nature même des sexes, il faut envisager la vie sexuelle des individus, non plus par rapport à la repro-

duction de l'espèce, mais par rapport aux autres fonctions de la vie, à celles qui intéressent uniquement l'individu.

Déjà Buffon était entré dans cette voie en mettant nettement en évidence les relations si intimes qui existent entre l'apparition de certains caractères sexuels et l'abondance de la nourriture. Avec les découvertes ultérieures sur les phénomènes intimes de la nutrition ces idées n'ont été qu'en s'affermissant. De nos jours Rolph a dit que le sexe femelle est caractérisé par une meilleure nourriture et par une tendance plus grande au repos. Brook nous montre le sexe femelle moins variable que le sexe mâle, mais tous ces auteurs entendent parler surtout des éléments sexuels qui, pour eux, caractérisent essentiellement le sexe. Il en est encore de même avec Geddes et Thompson, dont les idées méritent toutefois de nous arrêter un peu plus.

Dans leur livre sur « L'évolution du sexe » (1892), où l'on trouvera résumées les théories de Rolph et de Brooks, p. 189, ces auteurs mettent tout d'abord en parallèle les fonctions de nutrition et celles de reproduction.

Les premières se résument à des changements incessants du protoplasma que les physiologistes anglais désignent sous le nom de *métabolisme*. Ces changements consistent d'une part (*changements anaboliques* ανα, en, dans, et βολη, jeter, accumuler) dans la transformation des substances alimentaires en corps de plus en plus complexes, d'où résulte, par le fait même, une accumulation d'énergie dans la cellule vivante; d'autre part (*changements cataboliques*, de κατα hors de), dans la destruction de ces corps complexes, dans leur transformation en corps de plus en plus simples, d'où résulte, par ce fait même, une libération d'énergie.

Étudiant ensuite les différents modes de l'activité sexuelle chez l'individu mâle et chez l'individu femelle, Geddes et Thompson arrivent à dire que ces deux sortes d'individus sont « le résultat et les expressions respectifs de la prépondérance du catabolisme et de l'anabolisme ». Le mâle est la résultante de la catabolie prépondérante : c'est le sexe le plus actif, le plus mobile ; il tend à détruire ses réserves nutritives au fur et à mesure de la formation et par là même il reste plus petit, est toujours plus affamé que la femelle et tend à vivre moins longtemps. La femelle est au contraire la résultante de l'anabolie prépondérante ; elle tend à accumuler des réserves nutritives de plus en plus abondantes et, par suite, elle est plus passive, devient plus grasse et vit plus longtemps.

Ces idées ne sauraient être combattues, car, dans leur ensemble du moins, elles ne sont rien autre que l'expression des faits. Toute étude nouvelle sur cette question ne saurait donc avoir d'autre prétention que de poursuivre plus loin le problème, en essayant de montrer quelle est la cause de la prépondérance catabolique, ou destructive, chez le mâle, de la prépondérance anabolique, ou constructive, chez la femelle. Tel est le but que nous poursuivons depuis plusieurs années, dans nos recherches sur les différents phénomènes de la sexualité.

Nous poursuivons ce but en étudiant, à ce point de vue, le fonctionnement des glandes sexuelles et les phénomènes du rut dans les deux sexes; en expérimentant sur la manière dont se comportent les mâles et les femelles subissant les mêmes influences; en montrant comment se fait la *Croissance comparée des fœtus mâle et femelle dans l'espèce humaine* (N° 66); enfin en abordant cet autre

problème général du *Déterminisme sexuel et de la procréation des sexes* (N° 9).

Devant le fouillis de travaux, à résultats parfois contradictoires, que l'on a faits jusqu'ici sur ces problèmes, écrivons-nous à la fin du dernier de ces mémoires, il est bien difficile de pouvoir tirer des conclusions précises. Trois données cependant semblent pouvoir en être dégagées assez nettement.

1° La formation du sexe mâle est favorisée par les mauvaises conditions de vie : alimentation insuffisante ou spéciale, température trop haute ou trop basse, variations dans la pression, diminution de la lumière, etc.;

2° La formation du sexe femelle est favorisée au contraire par les bonnes conditions de vie;

3° Les facteurs des sexes n'agissent généralement pas sur l'individu en développement, ni sur l'œuf au moment de la fécondation ; ils agissent avant tout sur l'ovule en formation dans l'ovaire.

Le sexe serait donc déterminé en général dans l'œuf pondu, non fécondé. Mais si, chez plusieurs espèces, nous avons pu distinguer nettement les œufs mâles des œufs femelles, si nous croyons même que cette distinction devra pouvoir se faire un jour, dans toutes les espèces, aussi bien par les spermatozoïdes que par les ovules, ce n'est pas, pensons-nous, parce qu'elle représente réellement une distinction fondamentale dans la nature des éléments sexuels.

Pour nous, il n'y a pas de protoplasma sexuel; l'œuf, en particulier, ne renferme que de la matière vivante asexuée et des substances, dites de réserve, qui imprègnent cette matière vivante.

Or, les recherches particulières que nous avons faites dans cette voie, venant s'ajouter aux données antérieurement acquises, nous ont montré ces substances de réserve comme représentant deux sortes d'excreta : les uns pouvant servir d'aliment au protoplasma ovulaire, les autres agissant, vis-à-vis de lui, comme un excitant de la nutrition.

C'est la nature et la quantité de ces deux ordres de substances de réserve qui font que les œufs sont constitués de telle façon qu'ils doivent avoir toujours une tendance déterminée à produire tel ou tel sexe. Et les œufs, que l'on veut distinguer dès l'abord en œufs mâles et en œufs femelles, sont des œufs dans lesquels les variations dans la quantité ou les qualités de ces substances sont nettement tranchées.

Dès lors, on comprend comment le sexe doit dépendre avant tout des facteurs qui ont agi sur les parents de cet œuf. L'on voit aussi, malheureusement, combien la question de la procréation des sexes ainsi comprise devient complexe. L'œuf, en effet, renferme en lui, non seulement les effets de tous les facteurs qui ont agi et agissent encore sur ses parents au moment de sa formation; mais encore, comme le dit si justement Giard (1901), l'œuf « constitue un complexe d'énergies accumulées par les conditions variées d'existence où se sont trouvés les organismes ancestraux ».

Cependant cette constatation, quelque vraie qu'elle nous apparaisse, ne doit pourtant pas trop nous effrayer. En effet, si les ancêtres ont pu transmettre leurs traces à un œuf donné, cela n'a pu être, en définitive, que par les parents immédiats de cet œuf. Ces parents, nous les avons en notre pouvoir; nous pouvons

les étudier par la Physiologie et surtout par la Physiogenèse, qui peut mieux nous renseigner encore sur ces traces du passé. Et si nous ne pouvons espérer, actuellement du moins, arriver à des lois précises et définitives, nous arriverons toujours ainsi à des données approchées.

Du reste, il ne suffit pas, comme on l'a fait jusqu'ici, de mettre en évidence tel ou tel facteur du sexe. Il faut encore essayer de déterminer comment les facteurs ont agi ou agissent toujours pour modifier les organismes dans tel ou tel sens de procréation sexuelle.

Le raisonnement *a posteriori* vient donc nous affermir de plus en plus dans cette idée que le sexe est déterminé dès le moment où l'œuf se trouve constitué. Mais, d'après ce que nous avons dit de la nature de cette détermination, on comprendra que la fécondation ou le milieu ambiant peuvent venir aussi, dans certains cas et dans une moindre mesure, agir sur le sexe de l'embryon. Cela nous apparaît surtout possible par la fécondation, car les recherches dont nous parlerons plus tard nous montreront que le spermatozoïde doit être, comme l'ovule, imprégné plus ou moins de substances excitatrices du protoplasma.

En définitive, ces réflexions nous amènent à dire que la question du déterminisme actuel et de la procréation des sexes a été mal comprise jusqu'ici. Elle a été abordée de front et le plus souvent par des hommes qui ne s'étaient pas enquis de rechercher tout d'abord quelle pouvait être la véritable nature de la sexualité; d'un autre côté ceux qui s'occupaient de cette dernière question se désintéressaient presque toujours de la première, comme n'étant pas venue à son heure.

En effet, avant de rechercher les facteurs qui agissent sur le mâle ou la femelle, il faudrait tout d'abord élucider la véritable nature de la sexualité, considérée exclusivement au point de vue do l'individu. Il faudrait ensuite essayer d'approfondir les caractères essentiels et primordiaux qui distinguent les deux sexes l'un de l'autre.

On connaît bien, certainement, l'anatomie des organes génitaux, mais on connaît moins bien leur physiologie. On a étudié longuement, depuis plusieurs années, les caractères sexuels secondaires et leurs corrélations avec les autres parties de l'organisme; mais on ne s'est pas aperçu que tous ces caractères ne sont que l'extériorisation, si l'on peut dire, de différences primordiales beaucoup plus profondes. Le petit garçon, par exemple, se distingue de la petite fille longtemps avant l'époque où apparaîtront les caractères sexuels secondaires. Il s'en distingue déjà, dès les premiers temps de la vie embryonnaire, par d'autres caractères que ceux fournis par des organes génitaux; et les recherches que nous avons faites sur ce sujet (1905) nous ont montré que les différences étaient déjà si générales et si profondes, chez les embryons humains âgés de trois mois, qu'il faut nécessairement remonter beaucoup plus haut pour trouver leur origine.

Les longues recherches sur le déterminisme du sexe, dont nous avons rendu compte ici, ne sont arrivées, en somme, qu'à nous donner une conclusion analogue. La solution du problème est dans une connaissance plus intime, non seulement de l'ovogenèse et des œufs, mais encore de la physiologie complète

de l'ovaire, de ses sécrétions chimiques et des corrélations qui existent entre ces sécrétions et les autres fonctions de l'organisme parent.

Ce sont surtout les *Corrélations des caractères sexuels secondaires* qu'il importe tout d'abord de préciser le mieux possible. Nous avons présenté l'état de la question dans un article (N° 12), où nous montrons que ces caractères ne sont pas exclusivement sous la dépendance des fonctions génitales, comme on le dit actuellement, mais qu'ils peuvent apparaître encore sous l'influence de causes différentes. D'autre part, nous apportons nous-même un certain nombre de faits sur cette question, en étudiant les *Caractères sexuels secondaires des Grenouilles* (Nos 57 et 58), *des Tortues* (N° 59) *et des Oiseaux* (N° 60).

En même temps que nous faisions ces recherches, nous profitions des ressources que nous possédons encore, en ce moment, pour commencer une autre série de travaux sur des questions voisines des précédentes, sur celles de la télégonie (N° 25), de la variation et de la mutation (N° 21) et enfin sur l'hybridité et l'hérédité.

VI. — RECHERCHES SUR L'HYBRIDITÉ ET L'HÉRÉDITÉ

L'étude de l'Hybridité a passionné la plus grande partie des deux derniers siècles, à cette époque où l'on bataillait avec tant d'ardeur pour la définition de l'espèce. Le but que l'on se proposait alors était de rechercher quelles étaient les espèces ou les variétés qui pouvaient s'accoupler entre elles et le degré de fécondité des hybrides obtenus. Depuis, la question a changé tout à fait de caractère; elle est devenue un des moyens d'étude de l'hérédité, mais, étant donné son passé, elle comporte l'emploi d'expressions qui sont encore trop souvent prises dans des sens différents.

« Les éleveurs, par exemple, réservent le mot croisement pour l'union de deux reproducteurs appartenant à deux *espèces* différentes. Pour beaucoup de biologistes au contraire, et en particulier pour les botanistes, la signification de ce mot doit s'étendre à l'union de deux reproducteurs simplement différents l'un de l'autre par un caractère quelconque, qu'il soit un caractère d'espèce, de race, de variété, ou même un simple caractère de coloration.

« Dans ces conditions, les hybrides sont, pour les premiers, les produits du croisement de deux espèces, les métis étant les produits de l'union de simples variétés. Les seconds, et nous sommes de ceux-là, simplifient la question en rendant synonymes les deux expressions hybrides et métis (N° 20). »

Aujourd'hui, il ne faut donc plus se contenter de chercher à obtenir des hybrides; ceux que l'on peut contempler à la ménagerie du Jardin des Plantes ne sont que des objets de curiosité. Il faut poursuivre le plus loin possible la descendance des hybrides féconds et rechercher dans quelles conditions, ou suivant quelles lois, les caractères des parents primitifs peuvent réapparaître dans leur descendance. C'est là un premier problème qui a été envisagé d'abord par Mendel, puis par Pearson, par Galton, par Cuénot, etc. Depuis quelques années, nos propres expériences ont été également dirigées dans ce sens (de

19 à 25); mais notre attention est attirée surtout sur un point particulier, négligé jusqu'ici, à savoir : la part qui revient plus spécialement à tel ou tel sexe dans la transmission des caractères.

Un second problème que soulève, selon nous, la question de l'hybridité est celui qui consiste, non plus à rechercher les caractères morphologiques, mais à s'adresser aux caractères physiologiques et même chimiques des individus. Et c'est pour cela que nous avons commencé une série de travaux sur l'analyse comparative des œufs hybrides et des œufs d'espèces pures. Les premiers résultats que nous avons déjà publiés (N° 19) sont tels qu'ils nous engagent fortement à continuer et à étendre nos recherches dans cet ordre d'idées.

Nous n'aurions jamais pu conduire un pareil ensemble de travaux si, depuis plusieurs années, le professeur Mathias Duval ne s'était trouvé dans la bien dure nécessité de cesser tout travail personnel et de nous laisser la direction entière de son laboratoire. D'un autre côté, nous obtenions, avec l'aide de notre maître le professeur Giard et avec le haut appui de notre doyen, le professeur Appell, la direction d'un *Laboratoire d'Embryologie générale et expérimentale* à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes. Ce laboratoire est presque installé aujourd'hui; il renferme, dans ses vitrines, une collection embryologique comprenant des embryons de différents âges de Souris, Lapin, Cobaye, Mouton, Veau, Cheval et Homme, et, dans ses armoires, 78 boîtes de préparations microscopiques dont le nombre dépasse le chiffre de 7 000. Ces préparations, faites par nous-même ou provenant de la collection de M. Mathias Duval, permettent d'étudier l'embryologie à peu près complète du Lapin, du Murin, de la Pipistrelle, du Chien et du Poulet. Enfin, à ce laboratoire, est annexée une petite ménagerie dans laquelle se trouvent aujourd'hui, en expérimentation : 29 Lapins de race pure ou hybrides, 14 Cobayes également de race ou hybrides, 6 couples de Coqs et Poules, quatre Canards de race ou hybrides de Canards sauvages, un couple de Pigeons sauvages et de Tourterelles.

Certes, nous sommes heureux de cette création; mais c'est une autre organisation beaucoup plus vaste qui conviendrait réellement pour ce genre d'études. Or il se trouve, à Paris même, le moyen de réaliser une pareille organisation; ce moyen consiste dans une orientation nouvelle donnée à une partie du Jardin des plantes, comme nous le montrons dans un *Projet de réorganisation de la ménagerie du Museum* que nous résumerons autre part (n° 7).

DEUXIÈME PARTIE

EXPOSÉ MÉTHODIQUE DES TRAVAUX

CHAPITRE I

CONTRIBUTIONS A L'HISTOIRE DES SCIENCES NATURELLES

1. — Évolution des idées générales sur la Sexnalité.

(*Revue générale des sciences*, 15 janvier 1905, p. 10.)

Cet article, plus ou moins modifié dans ses détails, servira d'introduction à notre troisième volume de *La Sexualité;* tel quel, il reproduit deux de nos leçons à la Faculté des sciences. Nous en donnons, p. 27, le début et la fin, avec les titres des principales divisions.

2. — Origine et développement de l'Enseignement de l'Histoire naturelle à la Faculté des sciences de Paris.

(*Revue internationale de l'enseignement*, 1901, p. 20, 154, 227 et 489.)

Dans une première partie, intitulée : *Les Origines*, nous montrons que l'enseignement de l'Histoire naturelle à la Faculté des sciences de Paris ne tire pas son origine de l'ancienne Université supprimée par la Révolution. Cet enseignement fut créé de toutes pièces par le décret du 17 mars 1808, et encore ne se composait-il alors que de deux chaires : celle de Minéralogie, occupée par Haüy, et celle de Botanique, occupée par Desfontaines.

Mais, « pour compléter l'enseignement de la Faculté, disait l'arrêté du grand-maître, nous avons nommé et nommons M. Delamark (*sic*) pour y faire, en qualité de professeur surnuméraire, un cours de Zoologie ».

Cuvier, membre du conseil de l'Université, avait été l'instigateur de ces choix et le véritable organisateur de la Faculté des sciences. C'est ce qui explique, sans doute, pourquoi on ne trouve pas son nom, déjà illustre, parmi

les nouveaux professeurs. Mais il fit déclarer, par l'arrêté de Fontanes, que le cours d'anatomie et de physiologie comparées, qu'il faisait au Muséum, serait cours de Faculté, et aurait la même valeur que les autres pour les inscriptions des élèves de l'École normale.

Du reste, tous les nouveaux professeurs de la Faculté des sciences conservaient leurs anciennes fonctions. Et, pendant longtemps encore, nous verrons les professeurs d'histoire naturelle porter leur plus grande activité sur leur enseignement du Muséum; il est vrai qu'ils avaient là tout leur matériel de travail et que la Faculté des sciences ne commença à être installée réellement, au point de vue des locaux et des collections, qu'à partir de 1821.

Dans les chapitres suivants, nous montrons comment l'enseignement de chacun des trois règnes de la nature s'est développé et multiplié pendant le XIXe siècle à la nouvelle Sorbonne, période curieuse à connaître à tant de titres, ne serait-ce que par les passions que soulevèrent trop souvent chaque enseignement nouveau. Notre étude étant déjà très concentrée par elle-même, il serait fastidieux de la résumer encore ici. C'est pourquoi nous nous contenterons de donner une partie des conclusions, à propos desquelles nous montrons comment, à notre idée, l'enseignement des sciences naturelles devrait être compris dans les nouvelles Universités.

« Au début du XIXe siècle, nous avons vu que le recrutement des professeurs d'Histoire naturelle faisait, de la Faculté des sciences, une sorte d'annexe ou de succursale du Muséum. Dans l'ancien Jardin du roi, les professeurs devaient continuer leurs études de science pure; à la jeune Faculté, ils devaient n'avoir qu'un but : former les élèves de l'École normale, c'est-à-dire les mettre en état d'enseigner et de former à leur tour de bons élèves. Au Muséum, les accès des salles de cours étaient entièrement libres; au collège du Plessis, l'auditoire devait être restreint aux seuls élèves de l'École normale ou, du moins, devait-on se montrer très difficile pour accepter d'autres personnes ; les femmes, surtout, devaient être exclues des salles de la Faculté, « à cause, disait le grand maître, des désordres qui pourraient résulter de leur présence parmi les étudiants », et aussi parce que les professeurs auraient une tendance à abaisser le niveau de leurs cours.

« Malgré tout, le public étranger à l'enseignement prit de plus en plus l'habitude d'aller à la Faculté des sciences, et les professeurs, qui n'étaient pas soumis à des programmes précis, donnèrent bientôt à leurs cours le caractère de haute culture scientifique qui n'a jamais faibli depuis à la Sorbonne. De leur côté, les gouvernements favorisèrent ce mouvement, en créant de nouvelles chaires et de nouveaux laboratoires.

« Dans l'histoire de ces créations, on peut reconnaître quatre grandes périodes qui marquent les premières phases d'une longue évolution d'où sont sorties les Universités françaises actuelles.

« Dans une première période, qui s'étend jusqu'en 1825 pour l'Histoire naturelle des animaux, jusqu'en 1833 pour celle des végétaux, l'enseignement de chacun des trois règnes ne comporte qu'une même chaire.

« Pendant la deuxième période, les premières chaires sont dédoublées : la

Géologie devient complètement distincte de la Minéralogie, la Botanique se divise en Physiologie, en Anatomie et en Organographie végétales. On crée également deux chaires pour l'Histoire naturelle des animaux; mais, chose assez bizarre, elles restent, toutes les deux, chaires de Zoologie, d'Anatomie et de Physiologie comparées, ce qui, du reste, existe encore aujourd'hui.

« En 1854, une nouvelle période s'ouvre pour l'enseignement de l'Histoire naturelle à la Faculté des sciences. C'est celle où nous avons vu créer des enseignements communs aux différentes branches de la Biologie, comme ceux de Physiologie générale, d'Histologie, d'Évolution, d'Embryologie générale. Enfin, en 1897, la création d'une chaire de Géographie physique est le premier pont jeté entre les enseignements des différentes Facultés de l'Université de Paris.

« Dans cette suite de créations, on remarque que l'équilibre, entre l'importance donnée aux enseignements des trois règnes de la nature, s'est promptement rompu au profit de la Zoologie. Mais, en cela, les gouvernements n'ont fait que suivre l'évolution même de la science.

« En effet, alors que la Botanique et la Géologie se cantonnaient forcément dans quelques subdivisions, la complexité de la vie animale amenait les zoologistes à se spécialiser de plus en plus. C'est ainsi que l'anatomie descriptive, l'Anatomie comparée, l'Histologie et l'Embryologie ont été et restent encore des sciences zoologiques.

« Depuis quelques années, il est vrai, le caractère des études biologiques s'est modifié; le point de vue dynamique s'est substitué au point de vue statique : l'Embryologie est devenue l'Embryogenèse, l'Histologie, l'Histogenèse et l'Histophysiologie, et, à la Physiologie elle-même, s'ajoutera bientôt la Physiogenèse. Il en est résulté un rapprochement plus intime et plus naturel entre les deux parties de la Biologie, entre la Botanique et la Zoologie; mais la plus grande part, dans cette évolution, est due et restera toujours à la Zoologie[1].

« Du reste, cette suprématie du développement des études zoologiques se manifeste également dans les grandes universités étrangères, et même avec une accentuation qui étonnera peut-être certaines personnes en France.

« Si les enseignements de Zoologie n'ont pas atteint, à Paris, le développement qu'ils ont dans les grandes universités étrangères, cela ne veut pas dire que les enseignements de Botanique et de Géologie doivent rester stationnaires dans notre Faculté des sciences. Là encore, l'étranger nous a devancés.

« Heureusement, à la fin du XIXe siècle, la création de nouvelles universités et celle de certificats d'études supérieures ont été le point de départ d'une sorte de renouveau dans la vie de la Faculté des sciences. De nouveaux enseignements ont été créés avec un caractère d'union dans la recherche ou dans l'étude scientifique et d'application de la science aux besoins de l'humanité.

1. Ce serait encore une histoire curieuse et bien instructive que celle des facteurs qui ont présidé à la vie, à la mort ou au déclin des sciences ou des théories pendant le XVIIIe et le XIXe siècle : l'influence du régime politique, celle des religions et des climats, celle des grandes découvertes et des grandes erreurs, etc

C'est cette double tendance qui s'accentuera, nous l'espérons, dans les créations de nouveaux enseignements que verra le xxe siècle ».

3. — Réflexions sur l'Enseignement des sciences dites accessoires dans les Facultés de médecine.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1900, p. 365.)

C'est en lisant, pour en faire un compte rendu, les *Éléments de Physiologie* de Laulanié que nous vinrent à l'esprit les réflexions suivantes. Nous les transcrivons telles qu'elles, car elles sont, malheureusement encore aujourd'hui tout autant d'actualité qu'il y a cinq ans.

M. Laulanié, disions-nous, est professeur de Physiologie à l'École vétérinaire de Toulouse, son livre doit être le reflet de son enseignement et par conséquent doit s'adresser, surtout à des élèves vétérinaires. Or il se trouve cependant que les étudiants en médecine et les étudiants ès sciences naturelles tireront tout autant de profit de la lecture de ce livre.

C'est, qu'en effet, il n'y a pas une Physiologie de l'homme pour les médecins, une Physiologie des animaux domestiques pour les vétérinaires, ni une Physiologie des animaux sauvages pour les zoologistes. La Physiologie est UNE comme l'Histologie, l'Embryologie, etc., et cela nous a toujours paru une sorte de gaspillage, pécuniaire aussi bien que scientifique, ces enseignements divers d'une seule et même science donnés dans les différentes Facultés d'une Université.

La création des Universités a été certainement une œuvre utile en ce sens surtout qu'elle permet de modifier, de perfectionner sans cesse les méthodes d'instruction.

Le rôle de l'enseignement supérieur n'est pas seulement de préparer les étudiants à passer plus ou moins bien des examens; son idéal, plus élevé, est avant tout, il nous semble, de faire avancer la science, de former des savants.

Dans cette fin de siècle, le progrès a marché à pas de géant, mais aussi, conséquence naturelle, la spécialisation a envahi toutes les branches du savoir, et il est à craindre que les problèmes des grandes questions biologiques ne se trouvent égarés dans les courtes vues des petites spécialisations.

Toutes les connaissances apparaissent de plus en plus comme tributaires les unes des autres et de bons esprits pensent qu'il est mauvais de laisser les Facultés d'une même Université subsister comme centres d'instruction isolés. Ne vaudrait-il pas mieux, en effet, les réunir dans ce qu'elles ont de commun, leur permettre un contact plus intime, un échange de forces continuel qui vivifierait les centres intellectuels, supprimerait quelques rivalités stériles et enfin coûterait moins cher au budget de l'État.

Si nous considérons, par exemple, la Faculté de médecine, nous trouvons, en dehors des études du P. C. N., la Physiologie, l'Histologie et l'Embryologie

comme pouvant servir de trait d'union avec la Faculté des sciences, la matière médicale et la Parasitologie avec l'École de pharmacie; la médecine légale avec la Faculté de droit, la Psychologie avec la Faculté des lettres.

Dans une Université, chacune de ces sciences devrait former un centre unique d'instruction, au lieu d'être répétée autant de fois qu'il y a de Facultés. Dans chacun de ces centres, plusieurs maîtres enseigneraient la partie qui leur serait la plus familière et uniraient leurs efforts pour le progrès de la science commune. En Histologie, par exemple, il y aurait un enseignement particulier pour la Cytologie et la Cytochimie (dans certaines Universités étrangères même, telle que Louvain, ces deux parties sont confiées à deux professeurs différents), un autre pour l'Histologie proprement dite, l'Histo-physiologie et l'Histogenèse, un troisième pour l'Histologie pathologique. De même, en Embryologie, il y aurait à distinguer : 1° l'Embryologie générale et les grandes questions concernant l'hérédité et l'évolution; 2° l'Embryologie des Invertébrés; 3° l'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés; 4° la Tératologie.

Dans ces ensembles, chaque étudiant laisserait de côté, évidemment, ce qui ne lui est pas absolument nécessaire pour ses aspirations particulières. Ainsi, en Histologie, l'étudiant en médecine pourrait suivre seulement l'Histologie proprement dite et l'Histologie pathologique; en Embryologie, il pourrait laisser de côté l'Embryologie générale et celle des Invertébrés.

Loin de nous, du reste, la pensée de supprimer ni même de modifier profondément ce qui existe actuellement. Notre idée s'adresserait, dans l'avenir, à la création des nouveaux enseignements qui, actuellement, sont demandés par toutes les Facultés, ou bien à la disjonction de certains enseignements existants, disjonction qui s'imposera certainement un jour ou l'autre.

Créer autant de chaires qu'il y a de parties distinctes dans une science serait augmenter trop lourdement le budget, car chaque création entraînerait à sa suite, dans un temps plus ou moins éloigné, l'installation de laboratoires, la nomination de chefs de travaux pratiques, de maîtres de conférences ou d'agrégés. Nous pensons donc qu'il vaudrait mieux prendre les chaires actuelles comme centres, grouper autour des maîtres dont l'enseignement a su déjà créer de véritables foyers scientifiques, un corps enseignant avec les qualificatifs que l'on voudrait : professeurs adjoints, professeurs extraordinaires, assistants, etc., exiger des membres de ce corps un travail effectif de deux semestres, mais aussi leur assurer l'indépendance morale et matérielle sans lesquelles il n'y a pas d'entreprises durables ni fécondes.

Chacun de ces maîtres se partagerait les différentes parties d'une même science qui serait traitée ainsi en entier pendant l'année. Et l'on ne verrait pas alors, en histologie par exemple, l'histoire de la cellule être enseignée, presque en même temps, par deux professeurs titulaires, par un professeur agrégé et par deux professeurs libres, comme cela avait eu lieu en 1900 à Paris, alors que la cytochimie est absolument inconnue de nos élèves. De même, des médecins étrangers ne viendraient pas chercher en vain, chez nous, un enseignement officiel de l'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés, enseignement qui est créé depuis longtemps déjà en Suisse, en Belgique, en Italie, en Angleterre, en

Autriche et en Amérique et que quelques Facultés de province tendent à instituer chez nous.

Ainsi comprises, les Universités ne seraient plus une réunion de Facultés distinctes se répétant parfois dans leur enseignement et se jalousant trop souvent. Chacune d'elles serait un ensemble d'Instituts, de phalanstères, pour ainsi dire, qui concourraient tous au mieux de l'humanité en général et de notre pays en particulier.

En somme, ce serait introduire par là, dans nos méthodes d'études, le système des coopérations qui a déjà tant fait pour le développement des sociétés. Ce serait l'association des idées et la coopération des efforts pour la recherche de la vérité.

4. — L'Enseignement de l'Embryologie pouvant unir plusieurs Facultés ou Écoles d'une même Université.

Nous donnons seulement les quelques extraits de cet article qui fut présenté, sous forme de rapport, au *Congrès de l'Enseignement supérieur en* 1900.

La division de l'enseignement supérieur en Facultés isolées, formant un tout par elles-mêmes, telle que nous l'a léguée le second Empire, est une division toute artificielle, ne répondant nullement à la classification naturelle des connaissances humaines. La Faculté de médecine, par exemple, est liée à la Faculté des sciences par la Physique, la Chimie, l'Histoire naturelle, la Physiologie, l'Histologie et l'Embryologie ; à la Faculté des lettres, par la Psychologie et l'Histoire de la médecine, à la Faculté de droit par la Médecine légale, à l'École de pharmacie par la matière médicale.

Ce sont là autant de traits d'union naturels que les conseils des Universités devraient utiliser pour répondre à l'esprit de la loi de 1896, mais c'est auparavant autant de points particuliers qu'il faut étudier sérieusement.

Prenons un de ces points, l'Embryologie, et voyons comment l'enseignement de cette science peut servir de trait d'union entre les Facultés de médecine, des sciences, des lettres et, à l'occasion même, avec les Écoles vétérinaires.

L'Embryologie a dépassé aujourd'hui la portée de la Morphologie et de l'Histologie ; elle est devenue une des bases les plus solides du transformisme et le « criterium le plus sûr » des classifications zoologiques.

Elle est même sortie du domaine des sciences spéculatives pour entrer dans celui des sciences appliquées. Mais il n'est pas que l'édude de l'homme physique qui puisse profiter de l'Embryologie ; celle de l'homme moral, de la psychologie, doit trouver aussi, chez elle, quelques-uns de ses moyens.

En effet, la connaissance des éléments sexuels, de la fécondation et de la différenciation cellulaire conduisent tout naturellement l'esprit à la question de l'hérédité que, seule, l'Embryologie expérimentale pourra élucider. La formation des organes des sens et leur fonctionnement rudimentaire chez le fœtus doit faire mieux comprendre la formation des sensations et des idées. Enfin les

arrêts de développement qui peuvent frapper certaines parties du cerveau, amèneront peut-être le philosophe à nous expliquer, un jour, les différences des volontés et des intelligences.

Nous voyons donc que les étudiants ès sciences, les étudiants en médecine et les étudiants ès lettres ont tous besoin, à des degrés inégaux, il est vrai, de connaissances embryologiques. Cependant il ne saurait être question d'enseigner ces connaissances dans chaque Faculté. Des raisons budgétaires s'y opposent, mais surtout ce serait aller contre l'esprit de la loi de 1896....

Aux Facultés de médecine, comme aux Facultés des sciences, cet enseignement est et doit être, en effet, un enseignement professionnel pour ainsi dire. Dans les Facultés de médecine, il doit envisager surtout l'Homme, dont le développement peut être considéré, avec celui des Mammifères, comme une exception embryologique; il doit envisager ce développement seulement pour les services qu'il peut rendre au chirurgien, au gynécologiste; c'est pourquoi cet enseignement ne doit pas être séparé de l'enseignement de l'Anatomie, de l'Histologie et de la Gynécologie.

Dans les Facultés des sciences, l'enseignement de l'Embryologie doit traiter des problèmes les plus élevés de cette science, problèmes qui supposent déjà des connaissances préliminaires. Dans l'un comme dans l'autre cas, il manque un enseignement plus élémentaire dont le rôle serait d'initier en quelque sorte les jeunes adeptes, sortant du lycée, à une science dont ils n'ont nullement entendu parler lors de leurs études secondaires.

C'est cet enseignement élémentaire qu'il faudrait créer en France. C'est le seul qui s'impose et qui, du reste, est réclamé par tous les étudiants, aussi bien à la Faculté de médecine qu'à la Faeulté des sciences; c'est enfin le seul qui puisse permettre un rapprochement entre les différentes Facultés d'une Université.

Un enseignement complet de l'Embryologie dans une Université devra comprendre, par conséquent, deux degrés :

L'enseignement du premier degré réunirait, *dans un même centre*, tous les étudiants des différentes Facultés ou Écoles, qui, dans le courant de leurs études ultérieures, auraient besoin de connaissances embryologiques préliminaires, c'est-à-dire : les élèves qui sortent du P.C.N. pour entrer en première année de Médecine, les étudiants ès-sciences qui préparent le certificat d'Embryologie générale, les élèves de la Faculté des lettres qui désirent faire plus tard de la Psychologie et même, dans certaines Universités, les élèves vétérinaires.

L'enseignement du second degré se ferait dans chaque Faculté ou École et, dans cet enseignement, l'Embryologie serait alors présentée aux étudiants avec des vues et des détails correspondant à leurs besoins respectifs.

De cet enseignement du second degré nous n'avons pas à en parler, car il est donné actuellement comme il doit l'être, à Paris, par exemple, par des professeurs d'Anatomie, d'Histologie, de Gynécologie et d'Accouchements à la Faculté de médecine, par le professeur d'Évolution des êtres organisés et par le chargé de cours d'Embryologie générale à la Faculté des sciences.

Voyons donc comment nous comprenons l'enseignement du premier degré, puisque c'est le seul qui soit réellement à créer en France.

Comme tout ce qui concerne les sciences de la nature, un enseignement embryologique élémentaire devrait réunir un ensemble de leçons théoriques et de travaux pratiques.

Dans les leçons, le professeur traiterait d'abord des éléments sexuels et de la fécondation, sans entrer dans les grands problèmes biologiques que soulèvent ces questions. Il étudierait ensuite les phénomènes de la segmentation, les grandes lignes de l'Organogenèse et, enfin, les annexes fœtales. Dans ces différentes questions, il se limiterait exclusivement à l'embranchement des Vertébrés où il trouverait facilement tous les grands types embryologiques qui règlent l'évolution des animaux en général.

Les travaux pratiques devraient être le complément objectif des leçons théoriques, et, pour cela, ils auraient lieu, autant que possible, après chaque leçon, *sous la direction effective du professeur*, avec l'aide de préparateurs.

En principe, dans l'enseignement des sciences biologiques, les travaux pratiques doivent toujours, être le complément des leçons théoriques, mais, dans la réalité, ce sont presque toujours deux choses à côté, indépendantes l'une de l'autre par l'ordre dans lequel elles se font et souvent aussi par la direction qui leur est imprimée. On peut voir, par exemple, des élèves sortir d'une leçon où on leur a parlé des Infusoires ou des Échinodermes et aller, aux travaux pratiques, disséquer un Pigeon ou un Rat; et, six mois après, quand le professeur en sera arrivé aux Oiseaux, le chef des travaux pratiques leur donnera à étudier des Oursins ou des Étoiles de mer.

Nous connaissons certes toutes les difficultés d'ordre secondaire qui interviennent dans cette question des travaux pratiques, mais nous pensons aussi qu'on se laisse un peu trop effrayer par ces difficultés.

Pour les travaux pratiques d'Embryologie qui nous occupent ici, nous sommes absolument convaincu qu'on pourrait toujours faire étudier directement aux élèves ce que leur professeur leur aurait décrit la veille, ou le matin. En dehors de certains exemples de segmentation qui demanderaient peut-être des préparations faites d'avance, les couveuses et les grands abattoirs fournissent, en effet, des mines précieuses dont les rendements précis peuvent être à peu près déterminés.

Comme à Cambridge, les élèves seraient exercés, par exemple, à étudier et à dessiner l'embryon de poulet, d'abord à l'état vivant, puis après l'avoir excisé, fixé et coloré en masse, enfin après l'avoir inclus et débité en coupes sériées.

De cette façon, les travaux pratiques d'Embryologie du premier degré seraient, en même temps, pour les étudiants en Médecine, une excellente préparation à l'Histologie pratique; pour les candidats au certificat d'Embryologie, ils leurs permettraient d'entreprendre. dans le second semestre ou dans la seconde année, des travaux d'ordre plus personnel.

Comme complément à ces travaux pratiques, nous voudrions voir enfin, dans le local où se feraient ces travaux, une sorte de petit musée où seraient placées,

à la disposition des étudiants, toutes les préparations qu'ils auraient à exécuter eux-mêmes.

Les travaux pratiques d'Embryologie devraient être faits sous la direction effective du professeur, disions-nous. D'abord, et avant tout, parce que c'est surtout dans le laboratoire, en contact intime avec ses élèves, que l'influence du maître se fait le plus vivement sentir; ensuite parce que c'est le meilleur moyen de donner, à ces travaux, le caractère complémentaire du cours que nous leur demandons; enfin, considération d'ordre pécuniaire, mais qui a bien aussi son importance, parce que ce serait rendre inutile la nomination d'un chef de travaux pratiques dont la situation est si mal déterminée en France et qui, en somme, nous paraît être un rouage superflu dans le personnel enseignant de nos Facultés.

Après avoir répondu incidemment à quelques objections, nous terminions notre rapport de la façon suivante :

« Rien ne nous paraît donc empêcher sérieusement qu'un enseignement préparatoire d'embryologie réunisse côte à côte, à un certain moment de leurs études, des élèves en sciences, en médecine et en philosophie. Et ainsi un nouvel anneau serait scellé à la chaîne qui, pour répondre aux désirs de nos législateurs, doit unir de plus en plus tous les membres d'une même Université française.

En résumé, la création d'un seul enseignement élémentaire d'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés dans chaque Université, nous paraît désirable au point de vue moral et matériel.

Au point de vue moral, cet enseignement unique serait une sorte d'initiation commune à tous les élèves d'une même Université qui auraient besoin, dans le cours ultérieur de leurs études, de connaissances embryologiques plus complètes.

Au point de vue matériel, il réaliserait, dans l'avenir, une économie budgétaire très notable. En effet, étant donné que cet enseignement s'impose en France, si on le créait spécial pour chaque Faculté, ce serait trois ou quatre enseignements identiques qu'il faudrait créer en même temps : aux Facultés de médecine et des sciences, aux Écoles vétérinaires et peut-être même aux Facultés des Lettres. Ce serait continuer en somme le système des doubles emplois qui pèse si inutilement sur le budget de l'instruction publique en France.

Nous avons donc l'honneur de présenter au Congrès de l'Enseignement supérieur les vœux suivants :

1° *Qu'un seul enseignement élémentaire de l'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés soit créé dans chaque Université, là où se trouveraient réunis tous les éléments nécessaires*;

2° *Que cet enseignement soit institué de façon qu'il puisse réunir côte à côte tous les étudiants (à quelque Faculté ou Ecole qu'ils appartiennent) qui ont besoin, pour leurs études ultérieures, de connaissances embryologiques élémentaires.*

Références. — Ce rapport fut publié *in extenso* dans la *Revue générale des sciences*, 15 septembre 1900 et dans la *Revue internationale de l'Enseignement*, 1901, p. 20.

Les vœux que nous émettions furent d'abord adoptés par le Congrès de l'Enseignement

supérieur, (Voir *C. R. du Congrès*, p. 267 et 581). — Ils furent ensuite présentés, par MM. Giard et Brouardel à la *Société de l'Enseignement supérieur* qui les adopta à son tour et chargea son président de les présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique (Voir : *Revue internationale de l'Enseignement*, 1901.)

5. — L'Enseignement de l'Embryologie à l'étranger.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1900, p. 649.)

Lorsque, sur les conseils de nos maîtres, les professeurs Giard et Mathias Duval, nous résolûmes de demander l'autorisation, de faire, à la Faculté des sciences, un cours libre d'Embryologie, accompagné de travaux pratiques, nous voulûmes voir tout d'abord comment un pareil enseignement, inexistant encore aujourd'hui dans notre Université, était compris dans d'autres Universités.

En France, il n'y avait pas grand'chose à prendre. En dehors d'un certain nombre d'essais faits à Lyon, à Nancy, à Bordeaux et à Toulouse, nous ne trouvâmes nulle part un enseignement véritablement organisé. Dans les pays latins : en Espagne, en Portugal, dans toute l'Amérique du Sud, il y avait encore moins; quand nous visitâmes ces pays, en 1891, les étudiants en médecine ne s'occupaient nullement d'embryologie. Au contraire. en Suisse et en Belgique, dans les Universités allemandes et surtout dans celles de langue anglaise, nous fûmes assez surpris de constater que l'enseignement de cette science y avait droit de cité depuis longtemps.

Ce sont les méthodes d'enseignement de ces pays que nous avons cru utile de réunir dans ce travail. La plupart ont été étudiées par nous directement sur place. Nous nous sommes procuré les autres en nous adressant aux professeurs d'Embryologie eux-mêmes, ou bien à ceux de nos compatriotes qui avaient séjourné dans les Universités étrangères. C'est ainsi que nous considérons successivement, dans cet article, l'enseignement théorique et pratique de l'embryologie à Louvain, à Liége, à Bruxelles et à Gand pour la Belgique; à Genève pour la Suisse; à Oxford, à Cambridge et à Manchester pour l'Angleterre; à Bonn pour l'Allemagne; à Boston, à Philadelphie et à Wood's Holl pour l'Amérique du Nord.

Après avoir consacré quelques lignes seulement à l'Autriche-Hongrie, à la Hollande, au Brésil, à l'Uruguay et à la République Argentine, nous terminons notre travail par les conclusions suivantes :

1° *L'enseignement de l'Embryologie est concentré en général, à l'étranger, dans une seule partie d'une même Université : Faculté, Département ou Institut.*

A Liége, à Gand, à Genève, à Boston, c'est aux Facultés de médecine; à Louvain, à Oxford, à Manchester, à Cambridge et à Philadelphie, c'est aux Facultés des sciences.

2° *Les enseignements de l'Embryologie et de l'Histologie vont de concert dans beaucoup d'Universités.*

Les deux sciences emploient, en effet, les mêmes moyens de recherches, et la technique de l'une est la technique de l'autre. L'embryologiste fait de l'Histologie

lorsqu'il constate la disposition réciproque des feuillets germinatifs et lorsqu'il étudie le mode de formation des organes ; de même l'Histologie, dans sa forme la plus haute et la plus philosophique, dans l'histogenèse, n'est autre chose qu'une partie de l'Embryologie.

Il nous paraît donc excellent de mettre côte à côte l'Embryologie et l'Histologie, comme cela a lieu à Gand, à Genève, à Boston et à Philadelphie. Nous ne voudrions pas cependant que ces deux sciences fussent enseignées par le même professeur. L'expérience a été faite en France, elle se continue encore actuellement, et il ne paraît pas que le résultat en soit très bon. On comprend, en effet, que, suivant les tendances particulières du maître, l'une de ces sciences se trouve forcément négligée. On nous a dit même que les étudiants arrivaient ainsi à ne connaître ni l'Histologie, ni l'Embryologie.

3° *L'Embryologie fait partie des programmes officiels des études médicales dans beaucoup d'Universités étrangères.*

A Liége, les étudiants sont interrogés sur cette science lors de leur examen de première candidature. A Genève, l'enseignement de l'Embryologie porte sur deux années (la 2e et la 3e), mais il fait partie du programme du deuxième examen de médecine (seconde partie de l'examen propédeutique).

A Bonn, l'Embryologie est rattachée au quatrième semestre des études médicales; à Boston et à Philadelphie, elle est obligatoire pour les étudiants de première année.

6. — Sur l'Enseignement de l'Embryelegie en France.

(*Revue générale des sciences*, 30 mars 1901.)

Dans cette note, écrite en réponse à un article du professeur Nicolas, nous montrons qu'un enseignement complet de l'Embryologie doit comporter des travaux pratiques venant compléter l'enseignement théorique. Mais nous disons aussi que ces travaux pratiques doivent être organisés d'une façon toute autre que les travaux pratiques de Zoologie ou d'Anatomie. Nous donnons à ce propos, la méthode que nous appliquons dans notre enseignement libre. « En réalité, écrivons-nous, ce que nous faisons à la Faculté des Sciences, ce sont plutôt des conférences ou des démonstrations pratiques d'Embryologie que de véritables travaux pratiques. Chaque séance, en effet, comprend d'abord une sorte de préparation théorique faite au tableau noir. dans la salle de cours. Cette préparation consiste à expliquer aux élèves ce qu'ils vont avoir à étudier dans la salle du laboratoire. Là, chaque élève trouve à sa place ordinaire : un microscope ou une loupe et les préparations *faites d'avance* sur le sujet d'étude; ces préparations sont numérotées dans l'ordre correspondant au plan exposé préalablement au tableau noir. L'élève n'a donc qu'à les prendre successivement et à les étudier en s'aidant de ses notes ou de ses livres ainsi que de nos propres conseils. Comme elles sont choisies parmi les plus belles et les plus démonstratives, l'étudiant se trouve attiré immédiatement par la facilité avec laquelle il recon-

nait toutes les choses dont il a entendu parler ou qu'il a vues dessinées.

Cette manière de procéder, si elle est avantageuse pour l'élève, présente pour le maître quelques difficultés. D'abord, pour peu que les étudiants soient nombreux, il est nécessaire de procéder par séries, car nous pensons, comme le Professeur Minot, qu'il ne faut pas plus de vingt à vingt-quatre élèves à chaque séance. En outre, il faut faire un très grand nombre de préparations et opérer une sélection parmi elles, ce qui est un travail long et fastidieux. Les préparations que nous avons faites jusqu'ici nous ont cependant permis de faire étudier les points suivants :

1° *l'épithélium germinatif et la formation des éléments sexuels (embryons de Poulet et de Souris)*;

2° *l'œuf et l'ovogenèse chez le Moineau, la Chatte et la Souris*;

3° *les spermatozoïdes de différents Vertébrés*; *la Spermatogenèse chez le Moineau*;

4° *la fécondation chez l'Ascaris, la segmentation chez l'Oursin, l'Ascaris et la Grenouille*;

5° *la formation des feuillets chez le Poulet*;

6° *la première ébauche des corps et des annexes chez le Poulet et chez la Souris*;

7° *le développement de quelques organes chez le Poulet et chez la Souris*;

8° *l'étude des membranes fœtales et des différents placentas (dissections et études de coupe)*.

Enfin quelques séances ont été consacrées à la technique embryologique pour les élèves qui désirent poursuivre des recherches originales.

Ce plan, évidemment, ne représente pas toute l'Embryologie des Vertébrés, mais il se complètera et se perfectionnera tous les ans par de nouvelles séries de préparations.

(Depuis que ces lignes ont été écrites, notre laboratoire est allé en s'enrichissant de plus en plus et s'enrichit encore tous les jours dans cet ordre d'idées; c'est ainsi que nous possédons actuellement, en coupes sériées, l'Embryologie à peu près complète du Lapin, du Chien, du Murin, de la Pipistrelle et du Poulet.)

7. — Projet de réorganisation de la Ménagerie du Muséum.

(*Revue intern. de l'enseignement*, 15 janvier 1905.)

Dans cet article, nous montrons que la Mammalogie française devrait être représentée autant que possible dans tous ses types. Il faudrait que ces animaux ne soient point distribués aux quatre coins du jardin, comme ils le sont actuellement, mais qu'ils se trouvassent rassemblés en un ordre donné, dans une région distincte telle que les parcs qui avoisinent le quai Saint-Bernard. Il faudrait aussi qu'une notice, avec plan explicatif, fût mise en vente dans les kiosques du jardin, de façon à ce que le chef d'institution, ou que le père de famille puissent y venir instruire réellement les enfants, tout en s'instruisant eux-mêmes.

Le reste de la Ménagerie pourrait être distribué en régions semblables, ne répondant pas aux divisions de la systématique, ce qu'on paraît avoir essayé de faire à un certain moment, sans succès possible, mais comprenant unique-

ment la faune de nos grandes régions coloniales françaises. C'est ainsi que, dans notre idée, il faudrait diviser l'ensemble des parcs en six régions distinctes, d'importance et d'étendue tout à fait différentes :

1° Afrique septentrionale;

2° Afrique occidentale et centrale;

3° Madagascar et îles voisines;

4° Inde et Indo-Chine;

5° Antilles et Guyane;

6° Océan pacifique.

Il n'y aurait peut-être pas lieu de publier une notice sur les animaux de ces régions, car il est évident que nous ne pourrions avoir ici la continuité, dans les espèces, qu'il serait relativement facile d'obtenir pour la faune française. Un plan d'ensemble, avec cartes géographiques correspondantes, serait cependant indispensable pour guider le visiteur.

Mais tout cela ne serait, dans notre idée, que la partie la moins importante de l'utilisation de la Ménagerie. Dans les divisions que nous avons données plus haut, un certain nombre d'animaux, non moins intéressants à d'autres titres, ne pourraient prendre place. Les Marsupiaux, par exemple, n'appartiennent ni à la faune de France, ni à celle d'aucune de nos colonies et, pourtant, il serait des plus intéressant d'en posséder, non seulement au point de vue représentatif d'un type zoologique tout particulier, mais encore parce que nombre d'entre eux vivent et se reproduisent parfaitement dans nos climats.

C'est avec ces types, en effet, de même qu'avec les doubles des autres espèces, que nous voudrions voir entreprendre toute une série de travaux qui auraient pour objets les Mammifères et les Oiseaux, mais qui, en outre des connaissances nouvelles qu'ils nous donneraient sur ces animaux pris en particulier, devraient avoir pour but la Zoologie générale.

Il n'est nullement dans notre idée de prétendre dicter, sur ce sujet, un programme d'études à personne. Nous voulons dire seulement que la Ménagerie, ainsi comprise, permettrait d'envisager théoriquement et pratiquement :

1° Des questions d'Éthologie (habitudes, migrations, hivernations; relations de parenté, relations sexuelles, relations sociales; instincts et intelligence; influence des milieux et des climats, adaptations).

2° Des questions de Variation et d'Étiologie (variations lentes, mutations, hérédité, croisements et hybrides, télégonie, ontogénie et phylogénie).

3° La Zoologie géographique (faunes de France et des Colonies, surtout).

4° La Zoologie économique (élevage, acclimatement, domestication, formation de races nouvelles, repeuplement des grandes chasses de France, etc.).

En somme, ce que nous avons voulu seulement mettre en évidence ici, c'est que la création d'un vaste *Laboratoire de Zoologie générale et expérimentale*, dont nous montrions la nécessité, il y a quelques années, doit être envisagée sérieusement aujourd'hui et que le Muséum peut en réaliser la création, en donnant une direction nouvelle à la Ménagerie du Jardin des Plantes. Il le peut sans opérer de grands changements dans l'état actuel et presque sans frais; mais, surtout, il le doit à sa gloire et à celle de la Zoologie française.

CHAPITRE II

BIOLOGIE GÉNÉRALE

8. La Sexualité. Définition et classification des caractères sexuels.

(*Revue scientifique*, 30 mai, 1903).

Article de coordination et de mise au point que nous avons reproduit, en partie, p. 55.

9. — Les problèmes du déterminisme sexuel et de la procréation des sexes.

(*Revue des Idées*, 15 janvier 1905.)

Cet article, qui reproduit quelques-unes de nos leçons, est tout d'abord une revue historique de la question. Il la traite successivement ensuite aux différents points de vue suivants :

1° Le sexe peut-il être déterminé expérimentalement chez un jeune individu en développement :

2° Le sexe est-il déterminé par la nature des éléments sexuels au moment de la fécondation?

3° Faut-il remonter encore plus haut pour savoir si le sexe est déterminé dans l'ovule, même avant le moment de la fécondation?

L'étude critique de la première question nous montre tout d'abord que, *chez les plantes inférieures, la formation des organes mâles est en rapport avec les mauvaises conditions d'existence, celle des organes femelles avec les bonnes.*

Mais il n'en est pas de même pour les phanérogames, ni pour les animaux; aussi croyons-nous pouvoir répondre ici que le sexe paraît être déterminé dès l'état d'œuf fécondé ou de graine. Si, dans plusieurs cas, appartenant surtout aux organismes inférieurs, l'expérimentation a pu empêcher le développement de tel ou tel sexe, elle ne semble avoir jamais rien fait sur sa détermination réelle.

Dans ces conditions, il faut remonter plus haut que l'œuf fécondé pour essayer de découvrir les facteurs déterminants du sexe. Il faut voir tout d'abord si ces facteurs ne résideraient point dans un état particulier que pourraient présenter les éléments sexuels, au moment même où ils se rencontrent dans l'acte de la fécondation. C'est ce qu'ont pensé en effet certains savants dont nous analysons succinctement les travaux et qui arrivent à formuler cette loi : « L'œuf qui n'a pas atteint un certain degré de maturité, s'il est fécondé, donne une femelle ». Malheureusement, nous montrons que beaucoup de faits

d'observation viennent s'opposer à la simplicité de cette formule. Une théorie voisine de la précédente admet que l'œuf ovarien est toujours déterminé dans un sens sexuel donné et que, lors de la fécondation, le spermatozoïde vient, soit pour affirmer, soit pour changer la nature du sexe de l'œuf.

Cette théorie repose sur des données plus positives, en particulier sur l'étude approfondie de la reproduction chez l'abeille; aussi, malgré quelques faits contraires que nous citons également, le spermatozoïde, en entrant dans l'œuf, semble bien changer d'une certaine façon la nature originelle de l'œuf et peut-être déterminer, par ce fait même, la nature du sexe de l'être futur. Toutefois, la question du rôle de l'élément mâle ne nous paraît pas résolue ; les expériences faites, sur les Abeilles en particulier, sont à reprendre et cela d'autant plus qu'il ne semble pas y avoir d'entente complète entre les biologistes et les apiculteurs.

Abordant ensuite le troisième point de la question, à savoir l'influence des parents sur la sexualité de leurs produits, nous étudions successivement l'action de l'alimentation, celle de la température et du climat, l'influence de l'âge, de la force, de la fatigue, de l'ardeur sexuelle et enfin de la consanguinité.

L'article se termine par une vue d'ensemble et par des conclusions que nous reproduisons plus haut.

10. — L'individu femelle. — Définition. — Caractéristique générale.

(*Revue des idées*, 1905, p. 356).

La définition de l'individualité femelle est une de ces questions qui, comme celle de la sexualité elle-même, paraissent très claires, au premier abord et qui, pourtant, deviennent de plus en plus confuses au fur et à mesure qu'on veut les approfondir.

C'est ce que nous montrons ici en faisant la revue critique de toutes les manières différentes dont on a conçu l'individualité femelle depuis l'antiquité, jusqu'à nos jours.

Cet article a été reproduit, en partie, p. 41.

11. — L'œuf femelle.

(*Revue de l'École d'Anthropologie*, 1905, p. 361).

Étude d'érudition qui montre que, dans un certain nombre de cas, on peut dire à l'avance le sexe de l'individu qui sortira d'un œuf donné. L'étude comparée de ces cas nous a montré que, partout, l'œuf femelle se distingue de l'œuf mâle par un volume plus grand, par une protection mieux assurée. Et c'est ainsi que l'individu femelle nous apparaît, dès le début de la vie, comme le sexe le mieux pourvu de matière vivante ou de substances nutritives, et comme celui

qui peut opposer une résistance plus grande aux causes de mort. C'est là une constatation des plus importantes, qui peut rentrer dans la caractéristique générale de la féminité et que nous aurons souvent occasion de faire à nouveau.

D'autre part, nous croyons que l'attention des zoologistes s'est certainement trop peu arrêtée sur les différences individuelles que présentent les œufs d'une même espèce. Chez les Ascidies, par exemple, les œufs diffèrent notablement par leur volume et par leur couleur : les uns sont roses, les autres jaunâtres. Chez les Oiseaux, chez les Poules et chez les Canards, autres exemples, il est facile de voir que les œufs diffèrent de goût, de poids, de volume, de forme, d'intensité de coloration du jaune et de la coquille, et cela non seulement avec la race, mais encore avec les individus. Chez le Moineau, des différences semblables ont été étudiées d'une façon systématique par Pearson en 1902.

Certes, la plupart de ces variations, dans les œufs d'une même espèce, doivent tenir à des conditions spéciales du milieu : alimentation, température, etc., dans lesquelles ont vécu les femelles, ou bien à un âge plus ou moins avancé de l'œuf après la ponte. Mais il est possible aussi que nous ayons là précisément, dans ces conditions spéciales, quelques-uns, au moins, des facteurs de la procréation des sexes.

C'est pourquoi nous croyons que les quelques rares expériences qu'on a faites, dans cet ordre d'idées, sont à reprendre sur une plus grande échelle, en tenant compte du plus grand nombre de facteurs possible.

12. — Les corrélations des caractères sexuels secondaires.

(*Revue de l'Ecole d'Anthropologie*, oct. 1903, p. 325).

Dans cet article, qui représente un chapitre d'un ouvrage en préparation sur la sexualité, nous coordonnons toutes les notions qui peuvent nous servir à expliquer l'apparition des caractères sexuels secondaires.

L'hérédité ne saurait expliquer ces caractères particuliers : elle ne saurait expliquer surtout leur appropriation par des sexes appartenant à des groupes différents. Nous savons, en effet, que des couleurs semblables peuvent être portées par des mâles d'Insectes, de Poissons, de Batraciens, d'Oiseaux et de Mammifères; nous avons vu que la phosphorescence, caractéristique d'un sexe, se manifestait chez des Vers, des Insectes et des Poissons ; une même odeur de sperme peut imprégner les corps des Mammifères mâles, de certains Papillons, des Lyminitis, au moment du rut ; enfin et là comparaison que l'on peut faire entre les appendices qui ornent le front des Lucanes et ceux des Cerfs ne sont pas les moindres des particularités physiologiques et zoologiques, en apparence déconcertantes, que présentent les caractères sexuels secondaires.

Mais, si ces dernières observations sont faites pour nous dérouter dans la recherche des causes qui amènent la production de ces caractères, il en est d'autres, au contraire, qui vont nous mettre sur la voie ; ce sont celles qui montrent des corrélations intimes entre leur formation et l'état d'activité des

glandes génitales. Ces corrélations peuvent être groupées sous les quatre chefs suivants :

1° Les caractères sexuels secondaires apparaissent ou s'exagèrent au moment des poussées sexuelles ;

2° Ils disparaissent ou s'atténuent dans la vieillesse et après chaque période de rut ;

3° Ils sont altérés quand les glandes génitales sont malades ;

4° Ils s'atténuent en général ou disparaissent complètement à la suite de castration directe.

Nous consacrons douze pages au développement succinct de ces quatre propositions ; nous ne nous y arrêterons pas ici, car les faits dont nous parlons sont en général bien connus. Il n'en est pas de même de quelques autres qui nous montrent que les caractères sexuels secondaires sont encore en corrélations avec quelques phénomènes particuliers qui paraissent en dehors de l'activité des glandes génitales.

C'est d'abord un fait bien connu que la nutrition, bonne ou mauvaise, agit directement sur le développement des bois du Cerf. Chez des individus très bien nourris, on voit se former, dès les premières années de leur vie, un bois avec un nombre et une grandeur de rameaux qui ne devraient se produire normalement que dans un âge plus avancé. Il n'est même pas rare de voir se développer ainsi des palmures à l'extrémité des rameaux. Par contre, une alimentation mauvaise ou insuffisante, des maladies des organes de nutrition ou des empoisonnements viennent troubler profondément le développement du bois. Or il ne semble pas que ces conditions mauvaises modifient l'importance des sécrétions chimiques des testicules, si l'on en juge du moins par un cas d'inanition que nous avons étudié chez le Chien (1901). Chez l'Homme, les phénomènes d'infantilisme sont très souvent associés à des affections dystrophiques dont la plus fréquente est le myxœdème. D'un autre côté, dans beaucoup de ces cas les aptitudes sexuelles sont conservées. On est donc en droit de conclure que l'infantilisme est lié à un trouble général de la nutrition et non directement à une influence génitale.

Si nous considérons maintenant les cas de précocité sexuelle dont nous avons parlé dans notre mémoire, il en est au moins un, observé par Dupuytren, qui semble bien montrer également une indépendance réelle entre cette influence et la formation des caractères sexuels secondaires. C'est celui d'un enfant, âgé de vingt-deux mois, dont la voix avait acquis de la gravité et de la force, dont l'ensemble du corps présentait un développement et un caractère de virilité très remarquables; or l'état des testicules de cet individu était bien celui d'un enfant de vingt-deux mois.

Il existe enfin un troisième ordre de faits, qui viennent encore nous montrer que les caractères sexuels secondaires peuvent apparaître sous des influences autres que celles des glandes génitales. C'est, par exemple, la corrélation si particulière qu'on a observée, chez les Cerfs, entre les blessures des membres et la formation du bois. On avait déjà remarqué, depuis longtemps, que la blessure d'un membre postérieur d'un Cerf amenait, chez cet individu, la formation

d'un bois anormal. Mais ces observations n'ont été contrôlées et suivies que par Rörig, qui, en 1901, a pu présenter des conclusions dont les plus importantes sont les suivantes :

1° Les blessures des os et des parties molles des extrémités amènent une réduction de la forme et du poids du bois, et cette réduction est en raison de l'importance des blessures;

2° La malformation du bois est d'autant plus grande que la blessure a été faite à un temps plus proche de son apparition;

3° Les blessures d'une extrémité antérieure influencent les deux moitiés du bois, mais la déformation est plus grande du côté blessé;

4° Les blessures d'une extrémité postérieure influencent le développement du bois du côté opposé à la blessure.

Là encore, comme dans les cas d'atrophie unilatérale des testicules, nous voyons donc intervenir le système nerveux. Qu'il s'agisse des nerfs sympathiques du testicule ou des nerfs rachidiens des membres postérieurs, il a dû se produire, dans ce cas, une altération quelconque dans la moitié correspondante de la moelle qui est commandée par l'hémisphère cérébral du côté opposé. Or cet hémisphère commande, en même temps, le trijumeau correspondant qui dirige la nutrition du frontal et par conséquent celle du bois.

Si nous ajoutons enfin qu'on a vu apparaître des bois chez des femelles de Cervidés blessées, nous nous voyons obligé de conclure que la formation des caractères sexuels secondaires peut être influencée par des causes : maladies ou traumatismes, qui n'ont plus aucun rapport apparent avec l'activité des glandes sexuelles.

Ce qui est toujours vrai, c'est que l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance des changements profonds de l'organisme qui accompagnent ou sont déterminés par les activités sexuelles. Comme nous l'avons vu, dans de précédents travaux, ces changements donnent naissance à un remaniement plus ou moins grand des tissus et des organes; chez les Vertébrés, ce sont des édifications cellulaires, en général simples, suivies le plus souvent de mues partielles ou totales ; chez les Invertébrés, ces édifications cellulaires nouvelles conduisent à une métamorphose complète de l'animal, métamorphose qui n'est le plus souvent que le prélude de la mort totale du corps. Ce sont celles de ces modifications somatiques qui ont pu être utilisées dans le cours de l'évolution, pour la rencontre des sexes, qui ont constitué les caractères sexuels secondaires.

Références. — Cet article a été résumé par M. de Varigny dans la *Revue scientifique* du 19 décembre 1903 dans un article qui se termine ainsi : « S'il n'y a pas de faits nouveaux dans l'énumération considérable à laquelle s'est livré M. Loisel, il y a du moins du raisonnement et le dessein de tirer tout le parti possible des faits et de les interpréter de la façon la plus correcte. »

13. — Les réserves nutritives de l'œuf.

Miscellanées biologiques. Trav. de la Sta. zool. de Wimereux, 1899, VII, p. 402.

Lorsqu'on fait une étude comparative des œufs chez tous les animaux, on s'aperçoit bientôt que l'accumulation des réserves nutritives a dû se faire sous l'influence de facteurs divers qu'il est d'autant plus intéressant d'étudier que ces mêmes facteurs ont présidé probablement à la formation des espèces.

C'est en vue d'une simple esquisse de la question que nous avons voulu, dans notre cours libre d'Embryologie, rassembler les faits connus, les grouper sous une forme nouvelle qui nous a paru suggestive et présenter en même temps les conclusions générales que l'on peut tirer de ces faits. C'est ainsi que nous avons été conduit à rechercher d'abord les *causes* qui ont pu amener les espèces à accumuler, dans leurs œufs, une quantité plus ou moins grande de substances nutritives, ensuite à présenter les *conséquences* qui sont résultées de cette accumulation.

I. Les causes. — Ce que nous devons chercher ici, ce ne sont pas les causes actuelles qui font que certaines cellules d'un organisme se comportent d'une façon différente des autres pour devenir des œufs. Ce problème est du ressort de l'hérédité que nous étudierons plus tard. Nous voulons tâcher de nous faire une idée des causes anciennes qui ont agi sur les espèces, au moment où ces espèces se sont constituées avec les œufs que nous leur connaissons actuellement.

Une première question se pose immédiatement. Pouvons-nous connaître quelque chose de l'œuf des Gastréades, les ancêtres des Métazoaires actuels?

Tous les zoologistes s'accordent aujourd'hui pour dire que ces êtres hypothétiques devaient avoir la forme d'une sorte de sac à double paroi, s'ouvrant à l'extérieur par un seul orifice. Cette conception, que nous devons au grand naturaliste allemand E. Hæckel, est basée sur deux faits d'observation : 1° tous les animaux vivants présentent, au début de leur évolution, une forme semblable plus ou moins modifiée, la *Gastrula*; 2° c'est encore sous une pareille forme que les Métazoaires les plus inférieurs, les plus voisins des types primitifs, passent toute leur existence.

Ces deux mêmes arguments vont nous servir pour répondre à la question que nous nous sommes posée.

La zoologie nous apprend que les œufs de toutes les espèces vivantes commencent par être des cellules simples, sans réserves nutritives proprement dites. Nous savons que ces œufs se comportent alors comme de véritables Amibes, envoyant des prolongements pseudopodiques, tout autour d'eux, pour aller chercher les substances qui doivent constituer leurs réserves. D'un autre côté, nous avons appris que les œufs des Métazoaires inférieurs : les Éponges, les Méduses, les Bryozoaires, etc., gardent cette forme d'Amibe jusqu'au moment de la fécondation.

Enfin, nous allons voir que les espèces considérées comme types primitifs,

sont toujours celles dont les œufs renferment le moins de réserves, par opposition aux autres espèces du même groupe.

Nous pouvons donc supposer que les œufs mûrs des Gastréades ancestrales étaient des cellules nues, sans réserves nutritives particulières, ou du moins possédant une très faible quantité de ces substances, obligées par conséquent de se déplacer pour aller chercher la nourriture nécessaire à leur évolution.

Cette nourriture, ils la rencontraient avec plus ou moins de facilité suivant le milieu où ils vivaient, mais lorsqu'ils l'avaient trouvée, ils devaient encore prendre le temps de l'absorber, puis de l'assimiler et c'était alors seulement qu'ils pouvaient se diviser. Il est donc probable que les Gastréades ne possédaient pas d'œufs proprement dits. Toute cellule de l'organisme pouvait reproduire un organisme semblable, comme cela existe encore chez beaucoup de types inférieurs, chez les Éponges, les Hydres, les Bryozoaires, par exemple. Quoi qu'il en soit, les deux cellules nouvelles qui résultaient de la division de cette cellule reproductrice, se trouvaient dans les mêmes conditions que leur mère. Il leur fallait aussi chercher, absorber et assimiler des substances nutritives pour pouvoir continuer leur multiplication.

Si les choses étaient restées dans cet état, les Gastréades n'auraient probablement pas évolué de façon à produire la diversité des formes qui peuplèrent, dans la suite, la surface de la terre. En effet, les espèces auxquelles devaient appartenir des cellules reproductrices semblables étaient des plus mal protégées, comparativement aux Métazoaires actuels, car il s'écoulait toujours, entre chaque division cellulaire, un intervalle de temps plus ou moins considérable pendant lequel les cellules nouvellement formées cherchaient leur nourriture. Et à ce moment, l'œuf, les premiers blastomères se trouvaient exposés aux causes innombrables de destruction qui pouvaient agir sur d'aussi petites masses de protoplasma. Moins bien protégées également que les Protozoaires qui ne présentent pas de phases embryonnaires et naissent, pour ainsi dire à l'état adulte, ces Gastréades devaient être anéanties par la concurrence vitale et, en effet, on n'en retrouve plus dans la nature actuelle. Mais, avant de disparaître, une sélection puissante se produisit parmi elles, sous l'influence de *causes primordiales* que nous allons tâcher d'élucider.

Ces causes amenèrent des changements tels, dans la nutrition de certaines Gastréades, que celles-ci accumulèrent, dans leurs cellules reproductrices, une quantité de nourriture plus grande que ces éléments n'en avaient besoin pour vivre de leur vie normale de cellules. Ces espèces, se trouvant dès lors mieux protégées, comme nous le verrons plus loin, évoluèrent peu à peu vers les types actuels en s'adaptant aux conditions nouvelles (*causes secondes*). Les autres Gastréades qui n'avaient pas accumulé de réserves dans leurs œufs, disparurent sans laisser de traces fossilisables.

Nous avons donc à considérer : 1° les *causes primordiales* qui agirent en déterminant les Gastréades à accumuler des réserves nutritives dans l'intérieur ou dans le voisinage de cellules particulières qui devinrent des ovules ; 2° les *causes secondes* qui vinrent ensuite pour favoriser ou pour retarder l'action des causes

primordiales et qui produisirent peu à peu la diversité que nous avons trouvée dans les œufs des espèces actuelles.

II. *Causes primordiales.* — Ces causes échappent pour ainsi dire à notre connaissance directe car elles sont contemporaines d'une époque, les temps primitifs, où notre globe était soumis à des influences dont nous ne pouvons nous faire qu'une très faible idée. Elles n'existent probablement plus maintenant, ou bien elles agissent autrement qu'autrefois. Cependant, si nous ne pouvons dire sûrement ce qui a *dû* agir, nous pourrons peut-être, en nous aidant de l'observation et de l'expérimentation, montrer les causes qui ont *pu* produire l'accumulation de substances nutritives dans les œufs.

La géologie et la paléontologie nous apprennent que la surface de la terre, à l'époque des Gastréades ancestrales, était soumise à des influences physico-chimiques différentes de celles qui existent actuellement. Tous les milieux étaient soumis à une température très chaude et très humide; les réactions chimiques étaient plus variées et plus intenses qu'aux temps actuels, l'atmosphère plus lourde, plus dense, laissait probablement passer une autre quantité de lumière que celle qui nous éclaire; enfin le fluide électrique devait présenter une plus grande activité, l'attraction newtonienne une plus grande puissance.

Or les expériences que l'on a entreprises, dans ces dernières années, pour étudier la physiologie de la cellule, les observations que l'on peut faire autour de soi indiquent toutes une influence manifeste de ces agents : l'eau, la chaleur, la lumière et l'humidité surtout, sur la production des substances de réserve et sur la formation des œufs.

C'est l'influence actuelle de ces facteurs, sur la formation des réserves dans les œufs, que nous étudions dans des pages qu'il nous est impossible de résumer ici et qui se terminent par cette formule générale :

Dans tout grand groupe naturel, considéré dans son ensemble, les réserves nutritives contenues dans les œufs sont d'autant plus abondantes que l'on s'adresse à un type plus différencié.

III. *Causes secondes.* — Lorsqu'on entre dans le détail des phylums zoologiques, lorsqu'on étudie les œufs de groupes de plus en plus petits : des classes, des familles, des ordres, etc., on s'aperçoit bientôt que la loi ci-dessus présente un grand nombre d'exceptions. C'est qu'en effet des causes secondes intervinrent, comme nous l'avons dit plus haut, pour régler en quelque sorte l'accumulation des réserves nutritives dans les œufs et l'amener à l'état où nous la trouvons aujourd'hui. Autrement dit, les espèces souches de chaque phylum créées, pour ainsi dire, par les causes primordiales, se trouvèrent placées, dans le cours des époques géologiques, en face de circonstances nouvelles, beaucoup plus variées, auxquelles elles furent obligées de s'adapter pour pouvoir subsister. La cause ou le résultat de cette adaptation fut une modification dans la constitution des œufs et en particulier dans la quantité des réserves nutritives.

Sous le nom de causes secondes, nous considérons donc successivement l'influence des milieux marin et fluvatile, du climat et du parasitisme, les rapports intimes que les embryons ont pu acquérir avec l'organisme maternel

ou avec d'autres organismes. Nous voyons ainsi que *la quantité de réserves nutritives accumulées dans les œufs est modifiée par les conditions d'existence des individus.*

En résumé, nous pouvons dire que les œufs se sont constitués peu à peu sous l'influence de deux ordres de causes distinctes. Ce furent, d'abord, des influences physico-chimiques toutes particulières, les causes primordiales, qui agirent, au début des temps géologiques, en modifiant le métabolisme de certaines cellules. Vinrent ensuite les causes secondes : le milieu, le climat, le parasitisme, etc., qui modifièrent ce métabolisme dans un sens favorable ou défavorable à la nutrition des éléments cellulaires. Sous l'influence des causes primordiales, les cellules reproductrices s'engraissèrent, s'anabolisèrent en changeant la constitution de leur corps cellulaire et de leur noyau; les causes secondes agirent ensuite en déterminant une sélection continuelle parmi les œufs ou parmi les individus.

Les CONSÉQUENCES de l'accumulation plus ou moins considérable du deutoplasma dans l'œuf *furent d'abord certains changements dans la constitution même de l'ovule.* D'abord sa masse augmenta; puis les réserves, devenant de plus en plus nombreuses, s'accumulèrent en certaines régions de l'ovule, produisant ainsi une sorte de symétrie appelée polarité. En même temps la structure du corps cellulaire et celle du noyau se modifiaient : le premier perdait son centrosome; le second devenait vésiculeux. Enfin, dans les œufs où les réserves sont les plus abondantes, l'ovule s'entourait d'une membrane cellulaire, la membrane vitelline. C'est pourquoi nous voyons aujourd'hui que *les enveloppes de l'œuf sont d'autant plus nombreuses, d'autant plus protectrices que l'œuf renferme une plus grande quantité de réserves.* Et il est probable aussi que la protection et les soins donnés à la ponte par les femelles ont quelque rapport avec la quantité de deutoplasma, c'est-à-dire avec le temps que le jeune être doit rester dans l'œuf. Cela se comprend du reste; la présence des réserves supprimant toute recherche de nourriture de la part de l'embryon, il est évident que l'espèce avait tout avantage à isoler le plus possible cet embryon du monde extérieur.

Une seconde conséquence de l'accumulation des réserves de l'œuf fut une *modification de plus en plus grande dans la segmentation de l'ovule fécondé.*

Dans l'œuf oligolécithe, renfermant très peu de réserves comme celui de l'Oursin et de l'Amphioxus, le noyau est à peine déplacé; on peut admettre qu'il est resté au centre géométrique de l'œuf. Aussi, lorsque la segmentation aura lieu, l'action du noyau sur le protoplasma se fera sentir avec la même intensité dans tous les sens. Les deux premiers blastomères seront égaux et donneront naissance chacun à deux blastomères filles également égaux. On aura une segmentation totale et égale qui aboutira à une forme larvaire sphérique comme l'œuf, la morula, qui est composée de cellules toutes semblables.

Dans un œuf qui a accumulé une assez grande quantité de réserves et dont le noyau s'est éloigné un peu du centre géométrique de l'ovule pour se rapprocher d'un de ses pôles, la segmentation sera encore totale, mais elle deviendra inégale, parce que l'action exercée par le noyau sur le protoplasma de l'œuf

sera plus grande à l'un des pôles qu'à l'autre; les deux premiers blastomères auront encore le même volume, mais le deuxième sillon de segmentation, au lieu de passer par l'équateur de l'œuf, se rapprochera du pôle où se trouve le noyau. Les cellules de la morula n'auront donc plus la même taille comme dans le cas précédent.

Enfin dans les œufs dont les réserves sont excessivement abondantes, chez les Oiseaux, chez les Mammifères inférieurs, par exemple, le noyau se trouve reporté à la surface de l'œuf, contre la membrane vitelline. La segmentation ne sera plus alors que partielle, c'est-à-dire que le protoplasma se divisera seulement au pôle supérieur dans la région soumise directement à l'influence du noyau. Cette segmentation aboutira à une forme larvaire tout à fait modifiée qui n'aura plus l'aspect sphérique, mais bien la forme d'un disque.

Les conséquences que nous avons étudiées jusqu'ici sont surtout d'ordre morphologique; celles que nous allons voir maintenant sont plutôt physiologiques, car elles s'adressent directement à la vie même de l'ovule en tant qu'élément cellulaire et à celle de l'embryon qui sortira de l'œuf. La première et la plus importante de ces conséquences physiologiques fut une *accélération dans le processus de la segmentation*. De cette accélération résulta évidemment un avantage considérable pour les espèces. Les individus traversèrent plus promptement les premiers états embryonnaires pendant lesquels ils sont le moins bien armés pour la concurrence vitale et parvinrent ainsi, dans un temps plus court, à l'état de maturité sexuelle où la vie de l'espèce est assurée. Un exemple fera mieux saisir encore cette influence de l'accumulation de réserves. Comparons la segmentation d'un œuf oligolécithe, tel que celui d'un Mammifère supérieur, le Lapin, à celle d'un œuf chargé de réserves, comme celui de la Poule. Dans le premier cas, l'embryon n'est formé que par quatre cellules, seize heures après la fécondation; à ce moment, chez la Poule, les deux feuillets primaires du blastoderme sont distincts. Au bout de trente-six heures, chez le Lapin, le nombre des cellules embryonnaires est de vingt-huit; chez la Poule, le système nerveux central est ébauché et le cœur bat déjà.

Chez les espèces qui accumulèrent une grande quantité de réserves dans leurs œufs, l'accélération que nous venons d'étudier dépassa le phénomène de la segmentation et se poursuivit pendant les phases suivantes du développement. L'intervalle compris entre ces phases alla donc en diminuant, et dans les œufs à réserves excessivement abondantes, comme chez les Oiseaux, par exemple, ces phases empiétèrent les unes sur les autres en modifiant réciproquement leurs caractères; c'est ce qu'on appelle une *embryogénie condensée* qui amena une accélération dans le développement et devint encore ainsi un nouvel avantage pour l'espèce. Chez la Poule, par exemple, dont l'œuf présente cette particularité, non seulement les principaux organes de l'embryon sont formés le septième jour, mais encore les caractères distinctifs des Oiseaux sont apparents. Chez le Lapin, au contraire, c'est à peine si la notocorde et la gouttière neurale sont indiquées au bout du même espace de temps.

Cependant l'étude de quelques cas particuliers nous montre que la condensation embryogénique n'est pas en rapport seulement avec la *quantité* de

réserves contenues dans l'œuf. D'autres causes interviennent certainement dans ce phénomène et nous pensons qu'une de ces causes doit être cherchée comparativement dans la *qualité* des réserves, c'est-à-dire dans la nature des différents corps qui composent ces substances.

Enfin une dernière conséquence de l'accumulation des réserves, dans les œufs, fut *la disparition des formes larvaires*. En effet, quand les réserves sont peu abondantes, l'embryon sort de l'œuf pour pourvoir lui-même à sa nourriture. Mais alors cet embryon se trouve soumis directement à l'influence du milieu physique dans lequel il se meut, et alors, on le voit acquérir une forme et des organes particuliers qu'il n'aurait pas eus s'il avait pu rester dans l'œuf. Au contraire, lorsque les réserves de l'œuf sont très abondantes, le jeune être ne sort de l'œuf qu'avec son organisation définitive à peu près acquise.

En résumé, disions-nous en terminant ce travail, nous voyons que l'œuf peut être comparé, comme l'organisme lui-même, à une machine, mais à une machine toute particulière qui, d'abord très simple, s'organise ensuite elle-même par ses propres forces et va de plus en plus en se compliquant au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'Ontogénie et dans la Phylogénie. Des trois sortes d'éléments qui composent cette petite machine vivante, deux, l'*ovule* et les *réserves*, sont absolument essentiels; quant aux *membranes*, c'est-à-dire à la caisse qui enveloppe le tout et l'isole plus ou moins du contact de l'extérieur, leur importance est évidemment d'ordre secondaire.

L'ovule avec son noyau et son corps cellulaire constitue la machine proprement dite : c'est une des cellules les moins différentiées de l'organisme comme nous le verrons plus tard et comme nous le pressentons déjà. Mais ce n'est pas cependant un élément complètement indifférent pouvant être dirigé d'un côté ou de l'autre suivant les influences extérieures qu'il rencontrera. En effet, l'étude que nous avons faite des réserves nous a montré d'abord que ces substances devaient différer de quantité et probablement aussi de qualité autant que les individus eux-mêmes. Nous avons vu ensuite que les réserves représentaient une somme plus ou moins considérable d'énergie latente qui, en se libérant peu à peu, lançait pour ainsi dire chaque nouvel être dans une voie déterminée d'avance, en partie du moins, par ces réserves.

Référence : W. WALDEYER. Die Geschlechtszellen in *Handbuch der vergleich u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig, 1 vol. Iena, 1905, p. 457.

14. — La défense de l'œuf.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*)

La ponte des animaux se fait dans les milieux les plus variés et souvent dans des conditions qui paraissent être, à première vue, des plus défavorables au développement du germe, à la conservation de l'espèce.

Certains animaux : les Apus, les Daphnies, les Branchipes, les Cousins, par exemple, déposent leurs œufs dans des flaques d'eau qu'un premier rayon de

soleil peut dessécher, ou bien dans les mares où l'eau corrompue devient un véritable milieu de culture pour les microbes les plus variés.

D'autres pondent dans le fumier, comme des oiseaux d'Océanie, les Tallégales, comme le Caïman à museau de Brochet du Mississipi, comme les Couleuvres de nos pays et un certain nombre de Scarabées, alors que les Nécrophores, les Silphes, beaucoup de Diptéres et d'Hyménoptéres porte-aiguillon, préférent les cadavres et même les corps en compléte putréfaction pour y déposer leur ponte.

Parfois les œufs sont exposés à rester emprisonnés dans les neiges ou dans les glaces pendant tout un hiver. D'autres fois, ce sont, au contraire, des températures trop élevées contre lesquelles ils ont à lutter.

Partout, dans tous les milieux, sous tous les climats, les œufs peuvent être soumis, chaque instant, à des causes mécaniques de destruction : pressions, déchirures, etc., etc. Enfin, les substances nutritives de réserve qu'ils renferment en font des aliments très prisés par les autres animaux.

On peut dire, sans exagération, que les causes de destruction pullulent toujours là où se fait la ponte, et, en effet, le nombre d'œufs qui arrivent à pouvoir évoluer est en général trés infime par rapport à la quantité pondue. Les espèces luttent contre cette destruction en organisant mieux les œufs et en augmentant leur nombre dans les pontes. Les individus, travaillant toujours instinctivement au mieux de la conservation de l'espèce, déposent leurs œufs dans les endroits les plus abrités, construisent souvent des demeures spéciales pour les protéger davantage encore, ou bien restent eux-mêmes prés de leur ponte, pour la défendre contre les animaux qui pourraient venir la détruire.

Mais cette défense, du fait des individus, ne suffirait certes pas à protéger la ponte contre toutes les causes de destruction, si chaque œuf ne renfermait, en lui-même, des moyens de défense qui, pour être peu variés, n'en sont pas moins puissants et peuvent lutter avec avantage dans un grand nombre de cas. Malheureusement c'est là une question laissée de côté par nos maîtres ; ils n'en parlent qu'incidemment dans leurs cours et leurs ouvrages magistraux n'en disent rien. Les observations que nous avons faites à ce sujet, sur l'œuf de poule, pendant notre séjour au laboratoire de Camille Dareste, les expériences que nous avons entreprises depuis, les recherches que nous avons poursuivies dans les mémoires originaux, bien que probablement incomplétes, tout cela nous a fourni un ensemble important de faits qu'il nous a paru utile de réunir et de faire connaître à ceux qui désirent se lancer dans cette partie si captivante des études biologiques.

Pour suivre un ordre scientifique dans cet exposé, il faudrait prendre, les unes aprés les autres, les conditions nécessaires au développement des animaux dans l'œuf, et voir comment les œufs se comportent quand ces conditions ne sont pas réalisées. Mais nous trouvons encore là une des grandes lacunes de la biologie animale.

Nos connaissances s'arrêtent à peu prés aux conditions d'une bonne incubation artificielle pour l'œuf de quelques espèces domestiques, et ce serait s'exposer à de graves mécomptes que de vouloir appliquer les lois trouvées par

Dareste, pour l'incubation de l'œuf de Poule, à toutes les incubations animales, probablement même à tous les œufs d'Oiseaux.

Nous considérons donc successivement dans ce travail, qui n'est qu'un chapitre d'un livre en préparation sur l'Embryologie générale, les différents moyens de défense que les œufs opposent à la sécheresse, à l'humidité, au froid, à la chaleur, à l'envahissement des microbes et aux animaux qui se nourrissent occasionnellement ou habituellement d'œufs.

I. — L'étude de la défense contre la sécheresse nous amène à considérer : *a*, l'influence des membranes ovulaires imperméables qui s'opposent à l'évaporation de l'eau de constitution ; *b*, l'influence des enveloppes secondaires de mucine qui sont très hygrométriques ; et *c*, le rôle de l'albumine des œufs des Sauropsidés.

II. — La trop grande humidité est moins nuisible à l'œuf que la trop grande sécheresse ; cependant nous trouvons encore dans les œufs d'Oiseaux aquatiques certaines particularités qui semblent bien se rapporter à cet ordre d'idées.

III. — Pour ce qui concerne la défense contre le froid et le chaud, nous étudions d'abord les limites maxima et minima entre lesquelles les œufs peuvent se développer. Nous parlons de la résistance extraordinaire que certains œufs peuvent opposer aux grands froids ou aux températures très élevées ; enfin nous montrons le rôle des pigments, des couches de mucine et autres particularités qui viennent aider les œufs dans cette défense.

IV. — La défense contre les microbes se fait par différents moyens que nous passons tous successivement en revue : par phagocytose de la part de l'ovule, par les membranes ou par les réserves accessoires qui présentent souvent des propriétés bactéricides puissantes.

V. — La défense contre les animaux s'exerce plutôt par les enveloppes que par l'ovule lui-même. C'est d'abord la forme, l'aspect de certains œufs qui sont en rapport avec le milieu dans lequel ils se trouvent et qui se confondent alors avec lui ; c'est ensuite la présence de substances repoussantes, ou mauvaises au goût qui imprègnent parfois les enveloppes ovulaires.

VI. — Dans un dernier paragraphe, nous réunissons les divers moyens de défense de l'œuf contre les causes mécaniques, et contre certaines émanations chimiques et gazeuses. Enfin nous terminons par des considérations générales que nous avons rapportées dans notre introduction (p. 23).

Références. — Cet article a été résumé dans plusieurs publications scientifiques, en particulier dans *Allgemeine Zeitschrift für Entomologie*, 1901, VI, p. 284. — W. Waldeyer l'a reproduit également en partie dans le grand *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig, 1 vol., Iena, 1905, p. 396.

15. — La toxicité des œufs.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1904, p. 77. — *C. R. Ac. des sc.*, nov. 1905. *C. R. Société de Biologie*, 1905. p. 400.)

Après avoir montré que les ovaires donnent des extraits toxiques (voir n° 31), le problème qui se posait dès lors, à notre esprit, était le suivant. Les toxines

que nous avions trouvées provenaient-elles d'une altération du tissu ovarien lui-même ou bien devaient-elles être considérées comme des produits de sécrétion de l'ovaire?

Pour trancher cette question, nous avons pensé expérimenter sur des ovules tellement chargés de deutoplasma (formé lui-même, comme l'on sait, de produits d'élaboration), que la quantité de matière vivante contenue dans ces ovules devienne, par le fait même, négligeable. C'est ce que nous avons entrepris en nous adressant à des œufs de Canard, de Poule et de Tortue.

Nous expérimentons les œufs de Canard en injectant dans les veines de sept Lapins adultes des jaunes décortiqués et émulsionnés. Tous meurent en un temps variable de quelques minutes à deux heures, présentant d'abord de fortes contractures de tout le corps, puis de la dyspnée et de la paralysie des membres.

Nous expérimentons ensuite avec des extraits salés de 21 jaunes d'œufs réduits en poudre; nous dosons ces extraits et nous les injectons soit dans les veines, soit dans le cœlome d'un certain nombre de Lapins de différents âges. Après avoir fait des expériences de contrôle pour répondre aux causes d'erreurs possibles, nous arrivons à conclure que la poudre de jaune d'œuf de Canard, traitée par de l'eau salée au centième et injectée dans les veines, tue 1 kilogramme de Lapin à la dose de 7 à 8 grammes, et à celle de 20 à 30 grammes quand on l'injecte dans le cœlome. Les phénomènes qui ont précédé la mort sont ceux d'une intoxication du système nerveux central.

D'autres expériences, conduites de la même façon que les précédentes, nous montrent, dans les œufs de Poule, une toxicité analogue, quoique un peu moindre, à celle des œufs de Canard; de plus, leur action déterminait ici, dans nos expériences, des sécrétions abondantes des reins que nous n'avions pas observées avec les œufs de Canard.

Par contre, la toxicité des œufs de Tortue mauritanique nous apparaît plus grande encore que celle des œufs de Canard aussi bien pour ce qui concerne le blanc d'œuf que pour le jaune. Il a suffi, en effet, ici, de 5 à 6 centimètres cubes de vitellus, injectés dans le cœlome pour tuer un kilogramme de Lapin. Là encore, comme précédemment, la mort de nos Lapins injectés avec des œufs de Poule ou de Tortue semble être due à une intoxication aiguë du système nerveux central.

Référence. — Le Dr G. Linossier (*C. R. Soc. Biol.*, 1905, p. 547) vient apporter, aux résultats de nos expériences, l'appui de ses observations cliniques.

16. — La toxicité du sperme.

(*C. R. Académie des sciences*, 27 novembre 1905; et *C. R. Société de biologie*, 1905, p. 509.)

Le problème que nous avions soulevé, à propos des extraits toxiques retirés des ovaires, se présentait identique pour les extraits toxiques que nous avions retirés des testicules.

Après avoir montré, dans des travaux précédents (n° 15) que les produits rejetés par les ovaires, les œufs, renfermaient des substances solubles toxiques, il était nécessaire, pour avoir une idée générale sur la toxicité des sécrétions génitales, de rechercher si les produits rejetés par les testicules étaient également toxiques.

Nous avons d'abord expérimenté avec le sperme en entier, c'est-à-dire avec les spermatozoïdes et les produits liquides accumulés avec eux dans les épididymes.

Nous avons fait agir le sperme épididymaire du Chien, injecté directement dans les veines de Lapin; puis nous avons expérimenté sur le sperme de Cobaye injecté sous la peau de jeunes animaux de même espèce (n° 36). Dans le premier cas nous avons obtenu une intoxication mortelle; dans le second, nous avons observé un ralentissement de croissance et une grande irrégularité par rapport au processus normal de ce phénomène.

Nous avons étudié ensuite l'action du sperme de Tortue, soit en entier, soit débarrassé de ses spermatozoïdes, à l'état vivant. Dans les deux cas encore nous constatons une forte toxicité; nous remarquons ici cependant que les produits solubles du sperme présentent une toxicité moins grande que celle des produits solubles retirés des œufs des animaux de même espèce.

Référence. — Dr Triolo, v. p. 96.

17. — Considérations générales sur la toxicité des produits génitaux.

(*C. R. Société de biologie*, 1905, p. 511; et *C. R. Académie des sciences*, 27 novembre 1905.)

Les recherches que nous avons exposées précédemment nous ont permis de mettre en relief la présence de substances toxiques dans les glandes et dans les produits génitaux mâles et femelles de divers animaux.

Cette toxicité semble bien être une caractéristique générale des organes et des produits sexuels puisque nous avons pu la constater chez des types d'animaux appartenant à des groupes très différents du règne animal : Oursin, Grenouille, Tortue, Poule, Canard, Chien, Cobaye. D'un autre côté Voïnow, tout en employant une technique différente, est venu confirmer nos premiers résultats en les étendant au Coq, et Phisalix a trouvé également que les œufs de Crapaud, de Vipère et d'Abeille étaient éminemment toxiques.

La toxicité des sécrétions génitales doit être distinguée de la toxicité des tissus des glandes génitales, car nous la retrouvons dans les parties liquides ou solubles du sperme et des œufs. Elle doit être distinguée de la substance sexuelle vivante elle-même, en particulier de la chromatine, puisque nos expériences avec le sperme laissaient de côté les spermatozoïdes parfaitement vivants. Recherchant ensuite quelle est la nature de la substance toxique contenue dans les produits génitaux, nous entreprenons une série d'expériences qui nous montrent que les phénomènes d'intoxication produits par les sécrétions génitales doivent être attribués à la présence, dans les œufs, de névrine, pour

une faible part et de toxalbumines, pour la plus grande part. Il faut peut-être y ajouter encore des alcaloïdes toxiques dont nous avons reconnu la présence dans les œufs de Grenouille, mais nous n'avons pas recherché spécialement ces substances dans les œufs de Canard, ni de Tortue.

Nous avons vu, d'autre part, que la toxicité de nos extraits variait d'abord avec la nature des espèces : très grande chez la Grenouille et la Tortue, moins grande chez la Poule, très faible chez les Oursins. Cette toxicité varie en outre avec le sexe, étant de beaucoup plus grande dans l'ovaire que dans le testicule, dans l'œuf que dans le sperme. Elle varie sans doute encore avec beaucoup d'autres conditions qui seraient à déterminer : avec l'alimentation et l'époque de la vie des femelles, avec l'âge de l'œuf après la ponte et aussi avec l'état plus ou moins avancé de l'incubation, comme Phisalix l'a déjà montré pour les œufs de Crapauds et comme nos recherches tendent également à le prouver.

Enfin nous avons fait encore quelques expériences qui semblent nous montrer que les Lapins s'accoutument à l'action des extraits toxiques retirés des œufs de Canard. Ainsi il nous a fallu une plus grande quantité de ces extraits pour amener la mort chez deux Lapins qui en avaient reçu, un mois auparavant, des doses non mortelles.

L'intérêt des résultats que nous venons de résumer ici peut s'adresser, croyons-nous, au médecin, au physiologiste et au biologiste. Le médecin, en particulier, y verra une nouvelle raison d'alimenter ses convalescents avec des jaunes d'œufs, car les toxines ovulaires, absorbées lentement ou modifiées par les sucs digestifs, agissent sans doute comme un stimulant du système nerveux central et par suite de la nutrition en général. Mais il verra aussi le danger possible de prescrire cette alimentation aux personnes dont l'épithélium digestif, en mauvais état, permet une absorption plus rapide des toxines ovulaires, ou peut-être aussi à celles dont le rein est peu perméable. Nos recherches expliquent enfin certains phénomènes d'intoxication accidentelle, tels que ceux dus aux gâteaux à la crème dont on a tant parlé pendant ces derniers temps, et font comprendre comment quelques personnes, plus spécialement sensibles aux toxines, ont pu être intoxiquées par des œufs frais.

Elles viennent affirmer à nouveau le rôle excréteur que nous avons reconnu d'autre part aux glandes génitales.

Elles doivent enfin attirer l'attention du biologiste, au moment où la théorie de la mutation vient montrer, de plus en plus, l'importance des éléments sexuels dans la transmission des caractères héréditaires. Nos expériences indiquent qu'il faut tenir compte, dans la fécondation, non seulement de la chromatine des éléments sexuels, comme on l'a fait jusqu'ici, mais encore des substances solubles toxiques qui les imprègnent.

Référence. — PHISALIX, v. p. 101 et VOINOW, v. p. 114.

18. — Sur la fécondation et la segmentation de l'œuf.

(Revue annuelle d'Embryologie in *Revue générale des sciences*, 1904, p. 150; *C. R. Société de biologie*, 1905, p. 514; et *C. R. Académie des sciences*, 26 novembre 1905; *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1905, p. 92.)

Nous donnons seulement ici la justification bibliographique des idées nouvelles que nous avons résumées dans notre introduction (p. 25).

19. — Contribution à l'étude de l'hybridité. — Analyse des œufs de Canards hybrides comparés aux œufs de Canards domestiques.

(*C. R. Société de biologie*, décembre 1905.)

Le compte rendu de ces recherches, qui ont porté sur 27 œufs de Canards hybrides et sur 22 œufs de Canards domestiques, serait un exposé de chiffres fastidieux; aussi nous contenterons-nous d'en donner ici le résumé.

La composition moyenne d'un œuf de Canard domestique donne le tableau suivant :

Poids total		70gr
Poids de la coquille	9gr	
Poids du jaune : 24 grammes (volume 21 cent. cubes) :		
Eau	13gr	
Résidu sec, 11 grammes :		
Substances grasses	7gr	
Matières albuminoïdes	4gr	
Poids du blanc : 57 grammes (volume 51 cent. cubes) :		
Eau	51gr,30	
Matières albuminoïdes	5gr,68	
Total	69gr,98	

D'autre part, l'analyse moyenne d'un œuf de Canard hybride nous donne les chiffres suivants :

Poids total		60gr,50
Poids de la coquille	7gr,26	
Poids du jaune, 22gr,76 :		
Eau	10gr,15	
Résidu sec	12gr,61	
Poids du blanc	29gr,90	
Total	59gr,92	

Si nous rapprochons maintenant, l'un de l'autre, chaque chiffre correspondant

des deux groupes, nous voyons que toutes les différences sont en faveur des œufs de Canard domestique.

On pourrait en conclure que la domestication est un avantage pour la vie de l'espèce, mais ce serait là une conclusion erronée. Il est à remarquer tout d'abord que la différence porte surtout sur le blanc, partie essentiellement aqueuse; d'un autre côté, si le jaune de l'œuf ordinaire est plus lourd que le jaune d'œuf hybride, c'est en réalité parce qu'il renferme 2gr,80 d'eau en plus; il possède au contraire 1gr,61 de moins de résidu sec, qui représente la partie véritablement nutritive de l'œuf.

En résumé ces recherches, qui seront complétées par l'étude des œufs de Canard sauvage, montrent que la domestication ne favorise pas la descendance de l'espèce, comme on pourrait le croire, si on jugeait de la valeur nutritive d'un œuf d'après le volume et le poids de son jaune. Elles montrent encore, au point de vue alimentaire, que les œufs de Canards hybrides sont plus nourrissants sous un volume plus petit que les œufs du Canard domestique; par conséquent le consommateur a actuellement tout avantage à acheter cette dernière sorte d'œufs qu'il payera moins cher puisqu'ils sont plus petits et moins lourds.

20. — Les lois de Mendel et l'Hérédité.

(*La Revue des Idées*, 1904, p. 306.)

Cet article est une simple mise au point, écrit en vue d'expériences à entreprendre, d'une des questions qui passionnent le plus, actuellement, les biologistes. Nous rappelons d'abord les premières observations faites par le moine Gregor Mendel dans son jardin du cloître de Brünn. Nous montrons ensuite les nombreuses expériences qui, faites tant sur les végétaux que sur les animaux, vinrent montrer ensuite la grande généralité des faits découverts par Mendel.

Voilà donc des faits, disions-nous alors, qui paraissent indiscutables et les lois de Mendel, en les mettant nettement en évidence, méritaient certes de prendre place dans la science. En elles-mêmes, d'ailleurs, ces lois sont d'un très grand intérêt, d'abord parce qu'elles expliquent beaucoup de cas d'hérédité, ensuite parce qu'elles sont un stimulant pour les recherches expérimentales futures, recherches qui permettront de déterminer les limites dans lesquelles ces lois peuvent s'appliquer réellement.

Mais, ajoutions-nous, combien l'histoire de cette question peut nous servir d'enseignement! Laissées dans l'oubli pendant près d'un quart de siècle, ces lois réapparaissent entre les mains de plus habiles et bientôt elles provoquent, dans certains esprits, un enthousiasme qu'une critique plus rationnelle va nous montrer exagéré. C'est que notre éducation nous a toujours plus ou moins rendus dogmatiques; nous aimons les conceptions qui simplifient; instinctivement, nous nous arrêtons plus volontiers aux lois extrêmes qui tendent vers l'universalité et nous fermons complaisamment les yeux sur les apparentes exceptions.

La première restriction aux lois de Mendel a été émise justement par Mendel

lui-même. Ce savant consciencieux avait déjà remarqué, en effet, que ses lois ne s'appliquaient pas à tous les êtres vivants. Puis vinrent d'autres faits contraires découverts par de Vries, par Davenport, par Correns et par nous-mêmes (1903 et 1904).

Les lois du moine de Brünn, pas plus du reste que celles de Galton (voir n° 21) qu'on lui oppose parfois, ne sont pas encore près de représenter toutes les règles qui dirigent l'hérédité, c'est-à-dire les règles qui font que la fusion du spermatozoïde et de l'ovule déterminent les propriétés d'un individu nouveau. Mendel semble, il est vrai, avoir mis en évidence le phénomène important de la disjonction de certains caractères dans les éléments sexuels, phénomène qui se produirait seulement dans quelque cas; et il faut peut-être attribuer à la « pureté des cellules germinatives » le mécanisme d'isolement par lequel les mutations sont préservées des effets de certains entre-croisements.

Mais là encore, dans cet état de pureté plus ou moins grand des éléments sexuels, il n'y a peut-être que les différents degrés d'une sorte de contagion de ces éléments. Une pareille contagion pourrait se faire, en effet, sous l'influence d'éléments parasites capables de transmettre, de génération en génération, les caractères mendéliens; telle serait, par exemple, la pigmentation des Souris. S'il en était ainsi, les lois de Mendel ne viendraient pas s'appliquer au grand problème général de l'hérédité. C'est dans cette hypothèse que Le Dantec a pu écrire : « Le phénomène de l'hérédité amphimixique, qui fait qu'un œuf fécondé microscopique détermine un homme avec son admirable mécanisme et son cerveau pensant, n'est aucunement éclairé par la répartition des infections entre les descendants d'ancêtres pourvus de diathèses différentes, suivant le calcul de probabilités. »

Il faut s'empresser d'ajouter, du reste, que le raisonnement de Le Dantec est surtout spéculatif; qu'il présuppose la connaissance exacte de la nature de tous les caractères mendéliens, connaissance que nous ne possédons pas; enfin que la comparaison qu'il fait entre la transmission de ces caractères et la transmission de la pébrine des Vers à soie, par exemple, ne nous paraît pas justifiée.

Il n'y a donc qu'une seule ligne de conduite à suivre, en présence de cet état de choses, c'est de continuer les recherches, c'est d'accumuler des faits nouveaux et de soumettre les lois de Mendel au critérium de ces faits. Dans plusieurs cas, l'on retrouvera sans doute la dominance plus ou moins complète d'un caractère et la disjonction des caractères dans les cellules sexuelles des hybrides. Mais nous croyons aussi, avec Davenport, que des recherches ultérieures révéleront incontestablement des principes autres, et plus importants encore, de l'hérédité.

24. — Étude sur la descendance des Pigeons.

(*C. R. de l'Association pour l'avancement des Sciences*, Angers, 1903, p. 760; *id.*, Grenoble, 1904, p. 262. — *C. R. Société de Biologie*, 1905, p. 465. — *C. R. du 6e Congrès international de Zoologie*, Berne, 1904, p. 664-672.)

Ces études, qui ont porté sur près de 4000 pontes et éclosions de Pigeons

voyageurs, avaient pour but l'étude de l'hérédité de la pigmentation dans la descendance de certains accouplements déterminés d'avance. Mais, en même temps, elles nous ont fourni l'occasion d'étudier quelques points se rapportant plus spécialement à la zoologie.

a) *Le sexe des œufs.* — Il était intéressant, par exemple, de vérifier cette opinion répandue depuis Aristote, que le premier œuf pondu donnait presque toujours naissance à un mâle. Pour cela, nous avons considéré 34 pontes qui avaient fourni chacune des enfants des deux sexes et nous avons vu que dans 21 cas, les premiers œufs pondus avaient donné, en effet, 8 mâles de plus que de femelles. Mais, par contre, dans 240 autres cas, où nous n'avons pu déterminer que le sexe de la première ponte, nous avons obtenu presque autant de femelles (119) que de mâles (121). D'un autre côté, dans 166 autres cas encore où nous n'avons connu que le sexe de la deuxième ponte, nous avons trouvé plus de mâles (86) que de femelles (80).

Nous concluons donc que la croyance qui affirme que le premier œuf pondu est un mâle n'est pas plus justifiée que l'idée de la bisexualité des pontes.

b) *La nature des sexes de chaque ponte.* — On sait que l'ovaire des Pigeons verse à peu près au même moment, dans l'oviducte, deux œufs qui ne seront pondus qu'à un ou deux jours d'intervalle; ces œufs écloront après 19 ou 20 jours d'incubation.

Sur 63 couvées ayant fourni chacuno deux œufs dont les sexes ont pu être déterminés, nous avons eu :

34 fois un mâle et une femelle;
14 » deux mâles;
15 » deux femelles.

Ces résultats vont donc à l'encontre de la tradition répandue depuis Aristote, parmi les éleveurs et quelques savants, tradition qui veut que chaque ponte donne habituellement naissance à un couple; c'est-à-dire que l'un des œufs pondus donnerait toujours un mâle, l'autre une femelle.

c) *Les enfants héritent-ils plus du plumage du père que de celui de la mère?* — C'est une opinion qui se trouve répandue, en effet, parmi les éleveurs et que Darwin confirme quelque part, croyons-nous. Voyons donc ce que fournissent, à ce sujet, les données que nous avons pu recueillir ici.

Il est tout d'abord à noter que les petits des Pigeons héritent, en général, du plumage des parents, quand ces parents ont un plumage semblable. Ainsi, sur 1066 jeunes provenant de parents ayant un plumage écaillé, 153 seulement avaient un plumage différent. Sur 59 petits provenant de parents à plumage bleu, 52 ont eu la même coloration et 7 seulement un plumage différent (écaillé). Enfin des 18 jeunes provenant de parents rouges, 11 ont été rouges, 6 écaillés et 1 gris.

Si nous prenons maintenant les jeunes provenant de parents ayant un plumage différent, nous trouvons que sur 591 cas, 299 avaient pris le plumage du père et 294 celui de la mère. L'excès de 5 à l'avantage du père est trop faible, à notre sens, pour permettre de conclure, ici à l'influence prépondérante du mâle. Du reste l'étude des cas particuliers montre que la question renferme d'autres

facteurs et en particulier celui de la nature de la pigmentation des parents. Ainsi l'étude de 458 enfants provenant de parents qui avaient l'un un plumage écaillé, l'autre un plumage bleu, nous a montré que la prédominance dans la descendance est au sexe qui porte le plumage écaillé. Nous avons pu tirer la même conclusion de l'étude de 451 enfants provenant de parents qui avaient l'un un plumage rouge, l'autre un plumage écaillé. Ici la prédominance dans la descendance est au pigment rouge.

d) Les lois de Mendel s'appliquent-elles à l'hérédité de la coloration du plumage chez les Pigeons voyageurs?

Nous venons de voir que, dans les croisements, le plumage écaillé domine le plumage bleu et qu'il est dominé lui-même par le plumage rouge.

Nous avons été naturellement amenés à nous demander si ces phénomènes rentrent dans les lois de Mendel. Or, toutes les données que nous avons pu recueillir ne nous ont pas montré, chez les Pigeons voyageurs, la prédominance d'un caractère de pigmentation quelconque au sens mendélien du mot.

Nous avons vu pourtant que, dans les accouplements bleus et écaillés, cette dernière pigmentation avait montré une prédominance marquée dans la descendance. Mais si nous avons affaire ici à un véritable caractère prédominant, la descendance doit donner les 3/4 de jeunes écaillés. Nous avons vu qu'il n'en était pas ainsi, puisque, sur 1066 jeunes provenant de couples écaillés, nous avons obtenu 913 écaillés au lieu du nombre 798 qu'exigerait la loi de Mendel.

D'un autre côté, les pigmentations bleues, unies ensemble, ne se comportent pas comme des véritables caractères dominés; nous avons vu, en effet, que sur 39 jeunes provenant de père et mère bleus, 7 avaient eu un plumage différent de celui de leurs parents.

Nous pourrions faire les mêmes réflexions pour la pigmentation rouge que nous avons vu prédominer également, dans les accouplements rouges et écaillés.

Nous devons donc conclure que les lois de Mendel ne sont pas applicables à l'hérédité de la pigmentation chez les Pigeons voyageurs.

e) Les lois de Galton ou de Pearson s'appliquent-elles à l'hérédité de la coloration du plumage chez les Pigeons voyageurs?

A première vue ces lois semblent devoir s'appliquer à nos faits. Nous avons vu plus haut, en effet, que la plus grande partie des petits héritent en général du plumage de leurs parents; et nous pouvons penser que ceux de ces petits qui ont un plumage différent sont ceux qui héritent des ancêtres. Ceci est très admissible et les résultats que nous avons obtenus ne peuvent que confirmer les idées régnantes sur l'atavisme, mais ce que nous ne rencontrons pas, ce sont les proportions rigoureusement exactes données par Galton et Pearson.

f) Observations sur la variation et la mutation.

Dans ces conditions, nous avons voulu envisager le problème d'une autre façon. Au lieu de considérer des moyennes qui donnent toujours quelque chose de schématique et par conséquent ne répondent pas réellement à la vie de la nature, nous avons étudié la descendance de couples déterminés.

Nous nous sommes d'abord demandé si la descendance avait toujours la même pigmentation au cours de la vie d'un couple; et nous avons vu qu'il en était

ainsi quand les parents ont la même couleur et la même ascendance directe. Par contre, lorsque les parents ont un plumage différent, la descendance varie d'année en année.

Considérant ensuite les généalogies déterminées de cas relativement simples, nous voyons par exemple tout un groupe familial qui a eu pour point de départ deux colorations seulement, la rouge et l'écaillée. Tous les membres de ce groupe ne se sont unis qu'à des individus présentant eux-mêmes ou dans leurs ascendants les même colorations rouge et écaillée. Et cependant, à la cinquième génération, nous voyons apparaître une coloration nouvelle, la bleue, alors que la coloration rouge disparaît. Aucun des ascendants de ces deux petits Pigeons bleus, n'avait présenté cette coloration, au moins en remontant jusqu'à la quatrième génération pour une lignée et jusqu'à la huitième pour l'autre. L'apparition de ce caractère nouveau ne peut donc s'expliquer par aucune des lois actuellement connues de l'hérédité; c'est donc un cas de variation brusque, c'est-à-dire de mutation.

g. Conclusion. — En somme, tous ces faits concordent pour montrer que, chez les Pigeons voyageurs, les caractères de pigmentation du plumage ne paraissent pas être déterminés dans l'œuf fécondé.

Les petits Pigeons n'héritent pas d'une pigmentation donnée, mais d'un état physiologique particulier transmis par les ascendants; de même, les médecins nous apprennent que les enfants de tuberculeux n'héritent pas de la tuberculose, mais d'un organisme facilement tuberculisable.

Cet héritage ne se transmet pas sous forme de particules représentatives immuables et en quelque sorte immortelles, mais sous forme d'une constitution physiologique pouvant être modifiée dans le courant de la vie des parents comme aussi sans doute dans le courant de la vie embryonnaire des enfants. Ceci nous fait revenir, en somme, à l'étude des facteurs de l'évolution, facteurs qui ne seront bien connus qu'en considérant le plus grand nombre possible de cas particuliers. C'est un de ces cas particuliers que nous exposons ensuite avec des détails qui nous empêchent de le rapporter ici.

22. — Expériences sur l'Hérédité chez le Coq et chez le Canard.

(*Association française pour l'avancement des Sciences*, Cherbourg, 1905.)

Ces expériences, qui sont toujours en cours, nous ont montré jusqu'ici que l'hérédité de la coloration du plumage ne suit pas, chez le Coq, les lois de Mendel. Il n'en est pas exactement de même chez le Canard. L'accouplement d'une femelle domestique avec un Canard sauvage a donné tout d'abord 31 petits hybrides présentant tous les caractères du père; la loi de dominance de Mendel se retrouve donc nettement marquée ici. Il est à remarquer cependant que si ces hybrides ont le plumage du père, ils acquièrent presque la taille et le poids de la femelle. D'un autre côté, ces hybrides accouplés entre eux semblent montrer jusqu'ici la loi de disjonction des caractères. (Voir l'analyse comparée de ces hybrides, p. 19.)

23. — Expériences sur l'Hérédité chez les Lapins.

(*Association française pour l'avancement des Sciences, session de Cherbourg*, 1905).

Ces expériences, qui continuent toujours également dans notre laboratoire, ont consisté à prendre comme premiers procréateurs, en 1904, d'une part, une Lapine russe et un Lapin ordinaire, d'autre part un double couple de Lapins angoras et de Lapins ordinaires, paraissant tous très sélectionnés. Les résultats que nous avons obtenu jusqu'ici, montrent que, chez les hybrides, la couleur grise ou noire du Lapin ordinaire a dominé toujours l'albinisme des variétés russe et angora; par contre, le caractère « longueur du poil » a passé en tout ou partie chez les descendants, quand il a été transmis par le père; il s'est montré récessif, au contraire, quand il a été transmis par la mère.

Si l'on considère maintenant la descendance des hybrides entre eux, nous voyons que la ségrégation prévue par la loi de Mendel s'est montrée exactement dans deux accouplements seulement; dans deux autres accouplements, la réapparition du caractère récessif a bien eu lieu, mais non plus sous la forme mathématique indiquée par Mendel.

24. — Snr la valeur de la chromatine nucléaire comme substratum de l'Hérédité

(*C. R. Soc. Biol.*, 1901, p. 264. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1902. p. 157.)

Dans nos études sur la Spermatogenèse (n° 43), nous avons vu que la chromatine nucléaire subissait des modifications de chimisme lorsque les spermatides se transformaient en spermatozoïdes. Dans une pièce fixée au sublimé et colorée par le magenta indigo, par exemple, on remarque, en effet, que la chromatine se colore en rouge violacé dans le noyau des jeunes spermatides, en ocre, dans les spermatides en transformation, et en jaune chrôme dans les spermatozoïdes. D'un autre côté, chez le Moineau, en particulier, il est manifeste encore que la quantité de chromatine va en augmentant dans le cours de la transformation de la spermatide en spermatozoïde. Et il paraît non moins certain, que la quantité totale de substance chromatique, contenue dans la tête du spermatozoïde, dépasse la quantité contenue primitivement dans le noyau des spermatocytes de deuxième ordre.

Ces constatations ne montrent pas que la chromatine ne doit plus être considérée comme le substratum de l'hérédité, ainsi qu'on l'a soutenu : car les variations de chimisme du noyau des spermatides en évolution ne sont que les différentes phases de l'élaboration de la chromatine finale, celle du spermatozoïde, qui intervient seule dans la fécondation.

Mais, ces mêmes constatations vont contre certaines idées généralement admises. Elles montrent d'abord combien il est inexact de considérer la maturation des éléments mâles comme terminée après les deux divisions succes-

sives des spermatocytes, c'est-à-dire après la phase de réduction chromatique. Elles vont ensuite à l'encontre des idées de Weismann sur l'équivalence absolue entre les quantités de chromatine mâle et femelle, au moment de la fécondation.

Références. — Chr. Schröder, in *Allgem. Zeits. f. Entomol.*, 1902, VII, n° 718.

25. — La question de la Télégonie.

(Ce paragraphe est l'extrait d'un article qui a paru dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1905, p. 450 et dans la *Revue des Idées*, 1905, p. 310, et qui fera partie d'un ouvrage en préparation sur le *Sexe femelle en biologie générale*.)

On sait que la Télégonie est la transmission par la mère, à un enfant d'un « second lit », de caractères provenant d'un premier mâle. C'est une question qui revient actuellement à l'ordre du jour et sur laquelle les biologistes n'ont pu s'entendre jusqu'ici. Cela tient, sans aucun doute, à ce que le problème a été mal posé. Il repose tout entier, en effet, sur l'étude de la cohabitation, considérée comme facteur d'évolution et surtout sur la connaissance profonde du coït, de ses conditions et de ses conséquences; il ne peut donc être abordé avec avantage qu'après avoir possédé ces connaissances préliminaires et c'est pourtant ce qu'ont négligé les savants qui se sont occupés ou qui s'occupent encore actuellement de Télégonie. Où se seraient-ils renseignés, du reste, puisque nos traités classiques sont à peu près muets sur ces questions?

Dans l'espèce humaine, les médecins nous montrent qu'un certain nombre de maladies ou d'états dystrophiques sont transmissibles du père à la mère par la simple cohabitation ou par le coït; tels sont, par exemple: la syphilis, la tuberculose et, semble-t-il aussi, le diabète. Dans le règne animal, le retentissement de la copulation sur l'organisme femelle est parfois si puissant qu'il vient modifier non seulement les organes sexuels, mais encore souvent la vie de l'individu femelle tout entier.

Dans ces conditions, il est bien évident que la Télégonie est un phénomène possible, sinon démontré expérimentalement; il est même bien probable que l'influence du mâle, sur la femelle qu'il a couverte, dure toujours pendant un certain temps après l'accouplement; mais, pour que cette influence devienne durable et puisse se transmettre aux enfants d'un autre père, il faut la rencontre d'un ensemble de conditions favorables qui ne doivent se présenter que rarement dans la nature.

Ce que nous avons appris en étudiant les phénomènes de l'accouplement et de la fécondation, dans les auteurs et dans nos propres travaux, nous permet de mettre en évidence ces conditions.

1° Nous trouvons, en premier lieu, l'*imprégnation de la mère* par la semence du mâle : les parties liquides et solides de cette semence étant absorbées par les vaisseaux de l'ovaire et allant agir sur l'organisme tout entier. Nous savons que cette absorption existe en effet; elle a été rencontrée chez les Vers à fécon-

dation hypodermique, chez les Arthropodes, etc. et on peut l'affirmer *à priori* quand on voit le sperme rester plusieurs mois ou même plusieurs années dans les organes de la femelle, chez la Chauve-Souris ou l'Abeille par exemple, ou bien lors que, comme chez la Chienne et chez la Vache, les spermatozoïdes viennent remplir la petite plaie laissée à la surface de l'ovaire par la chute de l'ovule.

Cette réabsorption par la femelle de produits formés par le mâle rentre, en somme, dans les faits de sécrétion interne et nous savons la part que prennent les sécrétions internes des glandes génitales dans la formation de certains caractères somatiques. Nous admettons aussi qu'une femelle donne par hérédité quelques-uns de ses propres caractères à son enfant; or, parmi ces caractères transmis, peuvent se trouver les caractères particuliers qu'elle a reçus elle-même de la cohabitation avec un premier mâle.

Cette imprégnation de l'organisme femelle par la partie de la semence mâle non utilisée pour la génération est, sans doute, la cause la plus puissante de Télégonie, c'est du moins la plus générale, car elle peut agir dans le règne végétal aussi bien que dans tout le règne animal.

2° Nous trouvons, comme seconde condition de Télégonie, l'imprégnation des germes non mûrs. Dans les cas de la Chienne et de la Vache, par exemple, lorsque les spermatozoïdes entrent dans l'intérieur de l'ovaire, par la plaie produite par l'ovulation, ils peuvent être ingérés par de jeunes ovules destinés à être pondus et à se développer ultérieurement sous l'influence d'un autre mâle. Cette absorption de spermatozoïdes par les œufs immatures a été vue en particulier chez les Holothuries. L'enfant qui résultera de ce développement sera donc formé par la chromatine du second père et nourri, tout d'abord, par la substance mâle du premier père transformée en réserves ovulaires.

3° Une troisième condition de Télégonie peut être trouvée dans le cas spécial des Mammifères, chez lesquels le fœtus garde des relations intimes avec la mère. On peut admettre, en effet, que cette dernière puisse être imprégnée par les produits solubles venant du fœtus d'un premier lit et qu'elle transmettra ces caractères acquis à des enfants d'un second lit. C'est cette opinion qui est actuellement la plus répandue chez les médecins et les vétérinaires et elle a une valeur qui repose sur un fait positif indéniable : l'existence d'échanges nutritifs entre la mère et le fœtus et *vice versa*. On sait également que l'embryon peut vacciner sa mère contre diverses maladies, telle que la syphilis, et Kollmann a montré que des parties de placenta pouvaient se détacher dans les premiers mois du fœtus et être portées, par les vaisseaux maternels, dans certaines régions de l'organisme femelle où ils étaient réabsorbés. D'un autre côté, le placenta fœtal de la Taupe et celui des Marsupiaux du genre Perameles ne tombe pas après la parturition, comme chez les autres Mammifères, mais est résorbé *in situ*. Or, l'épithélium chorionique qui sert à constituer le placenta, provient de l'ectoderme primitif (plasmode octodermique, plasmode embryonnaire, syncitium) et, en dernière analyse, des sphères de segmentation; par conséquent il contient du plasma germinatif.

Voilà donc un facteur de Télégonie qui paraît des plus évidents; nous ne

l'avons donné qu'en troisième lieu cependant parce qu'il ne peut s'appliquer ni aux cas des oiseaux, ni à celui des végétaux;

4° La plus ancienne explication admise, la seule que l'on trouve chez les auteurs anciens, dans Buffon, par exemple et la seule admise par le public, est l'*imagination de la mère*. Plusieurs médecins acceptent du reste cette théorie, mais ils pensent que l'imagination agit au moment du coït en réveillant certains caractères ancestraux, latents chez la mère, présents au contraire chez le premier mâle. Cette hypothése est cependant abandonnée généralement parce qu'on ne comprend pas qu'une transmission héréditaire puisse se faire sans substratum matériel. Mais, s'il faut laisser de côté l'*aura* des anciens vitalistes, on ne saurait agir de même pour l'influence des émotions agissant par l'intermédiaire du système nerveux et du cœur.

En somme, si un certain nombre de faits doivent être retirés de la Télégonie vraie, celle-ci reste cependant comme phénomène possible et explicable facilement par la physiologie. L'erreur des auteurs qui la défendent est d'avoir méconnu le facteur de Télégonie le plus puissant sans doute ou du moins le plus général : l'imprégnation de l'organisme femelle par l'absorption de la partie du sperme non utilisé dans l'acte reproducteur. Ils ont aussi eu le tort de ne vouloir mettre en jeu, pour expliquer la Télégonie, qu'un seul des facteurs que nous venons de reconnaître.

Il est évident pourtant que tous peuvent agir et que la Télégonie sera d'autant plus évidente, que plus de causes auront agi, en même temps. Ces dernières considérations expliquent encore pourquoi l'expérimentation tranchera difficilement la question, au moins tant qu'elle ne nous apportera que des resultats négatifs car il nous paraît bien difficile de pouvoir réunir expérimentalement quelques-uns, sinon tous, des facteurs que nous reconnaissons à la Télégonie. C'est cependant ce que nous avons essayé de réaliser dans des expériences actuellement en cours dans notre laboratoire.

26. — La sénescence et la conjugaison des Protozoaires.

(*C. R. Société de Biologie*, janvier 1903. — *Zoologi. Anz.*, juin 1903.)

Les expériences sur les infusoires dont nous rendons compte ailleurs (n° 48 et 49) ne permettent plus d'admettre, il nous semble, les explications que Maupas, Schimkewitsch, Tarchanow et Le Dantec ont donné de la sénescence des Protozoaires. Si nous rapprochons ces expériences et d'autres observations dont nous parlerons plus loin, des connaissances nouvellement acquises sur les sécrétions cellulaires des Métazoaires, nous croyons pouvoir donner une explication nouvelle, en partie hypothétique du reste, des causes qui amènent ce phénoméne et de la mort qui peut en résulter.

Les recherches de physiologie cellulaire, faites dans ces dernières années, tendent toutes à nous montrer que, parmi les élaborations protoplasmiques se trouvent des substances destructives de la matière vivante elle-même,

A côté des diastases digestives, il faut ajouter les cytotoxines des humeurs des organismes, en particulier du sérum et d'autres substances encore mal connues, toxalbumines et autres, qui semblent se former dans tous les tissus à fonctionnement actif. Ces diverses substances ont été recherchées et étudiées, chez les Métazoaires, en vue surtout de l'action qu'elles exercent dans la digestion des aliments, de leur puissance destructive vis-à-vis de certains éléments malades ou étrangers à l'organisme, enfin de leur rôle dans la pathogénie des maladies infectieuses.

Mais, un fait sur lequel on n'a pas assez insisté jusqu'ici, c'est que ces substances peuvent agir également sur le protoplasma même qui les a produites. Ainsi, chez les Métazoaires, l'élaboration des diastases digestives détermine la mort totale ou partielle des cellules chargées exclusivement de cette fonction; la production du lait, qui n'est qu'une sorte de matière excrémentitielle utilisée par une certaine classe d'animaux, provient d'une fonte totale des cellules de la Glande mammaire; le muscle produit des substances de déchet qui altéreraient promptement la fibre musculaire, si le sang ne venait enlever ces substances ou neutraliser leur action.

Enfin les travaux récents de cytologie montrent que le noyau élimine de temps en temps, dans le cytoplasma environnant, des portions figurées de sa snbstance. Ces excrétions nucléaires se voient encore pendant quelque temps dans le corps cellulaire; ce sont, dans les spermatocytes et les ovocytes, par exemple, les formations appelées nebenkern, corps chromatiques, tigelles ou bourgeons chromatiques, etc. Mais bientôt, ces excreta, attaqués par le cytoplasme, pâlissent, perdent leurs contours et finissent en général, par disparaître complètement.

La présence de ces substances nocives particulières doit être déjà acceptée en principe chez un Protozoaire, puisque le corps de cet être n'est autre chose qu'une cellule en activité continuelle; mais l'observation directe et l'expérimentation ont pu, dans ces dernières années, montrer l'existence réelle de ces substances. On a vu que les unes étaient utilisées pour la digestion des aliments : acides décélés par l'ingestion de colorants sensibles, diastases protéolytiques extraites chez les Amibes. On a constaté que d'autres substances, analogues probablement aux cytotoxines des Métazoaires, sont utilisées pour la défense ou pour l'attaque (par exemple : poisons des trichocytes des Paramécies). D'autres, encore, inutilisables pour l'individu, sont rejetées par la vésicule contractile. Enfin, chez les Protozoaires, nous voyons également, à un certain moment, le macronucléus et une grande partie du micronucléus être attaqués par les produits de la matière vivante elle-même qui les contient et finir par disparaître complètement.

La plupart des tissus des Métazoaires peuvent résister longtemps à ces causes de mort, parce que, comme dans le cas du suc capsulaire antitoxique des produits musculaires, par exemple, la division du travail est venue former, chez eux, une véritable association de défense.

Il n'en est plus de même chez les Protozoaires.

Chez ces êtres, pour que la vie puisse se continuer indéfiniment, il faudrait

que les ferments, les toxines, etc., qu'ils produisent constamment ne se trouvassent jamais en contact direct avec leur protoplasma. Or cela n'existe pas.

En effet, quand les vésicules digestives ont rempli leur rôle, leur contenu (produits assimilables et déchets) se répand dans le protoplasma environnant. Les sucs digestifs et les toxines inutilisées sont bien attirées avec l'eau en excès par la vésicule contractile; mais, dans leur parcours vers cet organite, ces substances doivent forcément agir sur les molécules protoplasmiques environnantes, puisque rien ne paraît les en séparer. Cela doit se faire d'autant plus facilement que le fonctionnement de la vésicule contractile présente, en général, une période de repos assez longue; quelquefois même cette vésicule peut complètement manquer.

Certes, le protoplasma que nous trouvons aujourd'hui dans le corps des Protozoaires a un long passé. Il est le résultat de sélections nombreuses qui ont éliminé les individus trop faibles en s'adaptant à ces conditions particulières de vie; aussi les Protozoaires doivent-ils présenter des tolérances spéciales pour les poisons qu'ils produisent. Mais un protoplasma ne peut s'accoutumer à la présence d'une substance chimique, agissant directement sur lui, qu'en contractant, avec une partie, au moins, de cette substance, des groupements moléculaires inactifs, ou bien en produisant continuellement des substances protectrices : antidiastases, antitoxines, agglutinines, etc.

Dans les deux cas, l'immunisation ne peut être obtenue qu'aux dépens d'une seule masse de protoplasma déjà chargée de remplir toutes les autres fonctions de la vie et dans laquelle, par conséquent, les différenciations protoplasmiques et la division du travail qui en résulte, ne peuvent être que très limitées.

Il n'y a pas encore, chez les Protozoaires, l'association pour la défense qui existe chez les Métazoaires. Il est donc vraisemblable d'admettre que, chez les premiers, l'immunisation ne peut être aussi complète que chez les derniers. Si cela est, leurs diastases, leurs toxines, etc., ne sont pas toutes neutralisées ou le sont insuffisamment. Ces substances doivent donc agir nocivement sur le protoplasma environnant avant d'être expulsées; elles doivent ainsi entraver, plus ou moins, l'activité fonctionnelle des molécules vivantes touchées. Ainsi plus un Protozoaire vieillit, plus son protoplasma doit renfermer de molécules altérées.

Chacun des deux individus résultant de la bipartition d'un Protozoaire contient nécessairement une partie de ces dernières molécules, véritables tares héréditaires. Il y ajoute d'autres tares semblables, provenant de sa propre vie. Aussi, après un certain nombre de générations, il doit donc nécessairement arriver un moment où les derniers individus formés n'ont plus assez de protoplasma disponible pour assurer toutes les fonctions vitales et en particulier l'immunisation. Dès lors, les actions nocives se font de plus en plus sentir; du protoplasma, elles gagnent le macronucléus qui meurt en se désagrégeant, puis le micronucléus qui réagit également en se divisant successivement; enfin, si une circonstance, telle que la conjugaison, n'intervient pas, la mort totale

arrive. Les conditions de milieu[1] dans lesquelles vivent les protoplasmes de deux individus n'étant jamais identiques, les substances nocives formées par ces protoplasmes ne peuvent être absolument semblables. Leur différence sera d'autant plus grande que leur souche commune sera plus éloignée.

Les protoplasmes de deux individus sénescents, appartenant à deux familles distinctes, c'est-à-dire provenant de milieux très différents, présenteront donc des tares héréditaires spéciales à leurs familles réciproques qui pourront s'attirer les unes et les autres, se mélanger ou s'annihiler réciproquement; ou bien déterminer, dans les protoplasmes conjugués, la formation de nouvelles substances protectrices actives, de nouvelles antitoxines, de nouvelles antidiastases, de nouvelles précipitines, etc.

La conjugaison nous apparaît ainsi comme un ensemble de phénomènes physico-chimiques, d'où résulte, pour chaque conjoint, une sorte d'épuration protoplasmique en même temps qu'une puissance d'immunisation nouvelle.

On peut comprendre alors l'action des substances chimiques qui, entre les mains de Kulagin, de Calkins et de nous-même, ont amené une réjuvénescence artificielle. Ces corps ont d'abord agi en diluant le milieu contaminé par les produits d'excrétion des Infusoires ; par là ils ont assaini ce milieu, en même temps qu'ils ont produit une différence de pression osmotique favorable au fonctionnement de la vésicule pulsatile. Puis ils sont allés influencer directement le protoplasma, soit en produisant une sorte de lavage à son intérieur, comme les physiologistes l'ont fait pour des muscles fatigués, soit en neutralisant directement l'action des déchets inexpulsés, soit enfin en donnant une nouvelle activité immunisatrice au protoplasma touché.

Il nous semble, du reste, que les faits d'observation connus de conjugaison normale, viennent plaider encore en faveur de cette explication. Le premier phénoméne qui apparaît, quand deux Infusoires viennent de s'unir, est toujours un gonflement du micronucléus ; ce gonflement résulte probablement d'échanges, se faisant par osmose, entre les deux parties liquides des protoplasmas. D'un autre côté, des actions osmotiques nous paraissent nécessaires pour produire la destruction plus ou moins complète des deux membranes accolées et la communication directe qui se fait entre les deux protoplasmas, à un certain moment du phénomène.

Ces changements osmotiques sont sans doute le phénoméne essentiel de la conjugaison, car ils semblent bien être les seuls phénoménes d'échange dans la conjugaison des Protozoaires inférieurs.

Les échanges nucléaires ont vraisemblablement une importance beaucoup moins grande, du moins au début de la phylogénie. En effet, ils ne se produisent pas toujours, et, quand ils existent, les deux pronucléus migrateurs

1. Nous employons ici l'expression « substances nocives » dans son sens le plus large. Ainsi une molécule protoplasmique immobilisée simplement par un anesthésique, par exemple, devient une substance nocive, car elle gêne, par sa seule présence, le fonctionnement des autres molécules non touchées.

Il en est de même pour l'expression « milieu extérieur ». Ainsi le cytoplasme et le karyoplasme forment, l'un par rapport à l'autre, des milieux extérieurs différents.

s'arrêtent souvent avant d'avoir rejoint les pronucléus restés immobiles, c'est-à-dire probablement quand l'équilibre osmotique est atteint; par contre, les pronucléus peuvent arriver à se fusionner, sans qu'il y ait, pour cela, rejuvénescence.

Les échanges nucléaires doivent donc être considérés comme des phénomènes venus secondairement dans l'évolution de la fonction ; il en est de même pour les échanges des parties protoplasmiques figurées qui ont conduit peu à peu à la conjugaison totale.

D'autres phénomènes observés par les auteurs viennent nous montrer encore, dans le cours de la conjugaison, la présence d'actions chimiques évidentes; or ces phénomènes nous paraissent plus particulièrement en rapport avec notre conception.

Ainsi l'élévation de la température du milieu ambiant accélère la durée de la conjugaison, comme elle active la formation des antitoxines, chez les Métazoaires; le trouble qui se produit dans les protoplasmes pendant la conjugaison et la formation, à ce moment, de granulations particulières considérées comme des produits d'excrétion, rappelle exactement les effets connus des coagulines et des agglutinines ; enfin la contraction protoplasmique qui accompagne ou suit le phénomène, surtout dans le cas de conjugaison totale, est encore une preuve de l'importance des actions chimiques qui se font dans l'intérieur de ces protoplasmas.

D'un autre côté, la disparition de la plus grande partie de l'appareil nucléaire des individus conjoints, les nombreuses granulations que ces individus rejettent, la chute plus ou moins complète de l'appareil ciliaire, doivent être considérés, il nous semble, comme des phénomènes d'excrétion, d'où résulte nécessairement une véritable épuration protoplasmique.

Références. — A. Dastre. La Vie et la Mort, Paris, 1903, p. 329, 330. — V. Ariola. Le ipotesi nella partenogenesi sperimentale e la fecondatione normale. *Atti della Soc. Lig. di sc. nat, e geogr.*, XIV, 1903, p. 8.

27. — Sur la signification de la division cellulaire.

(*Zoologi Anz.*, juin 1905, p. 491.)

Les recherches que nous avons entreprises, tant sur les phénomènes de la conjugaison des Infusoires que sur les éléments sexuels des Métazoaires, nous ont montré que les Infusoires en sénescence et les éléments sexuels rejetés par les glandes génitales au moment du rut, renfermaient des produits d'excrétion en excès et des molécules vivantes, altérées par ces produits.

Nous nous sommes demandé si ces molécules ne seraient point modifiées ou épurées par les mélanges qui se font au moment de la division de l'infusoire rajeuni ou de l'œuf fécondé, entre les substances cytoplasmiques et nucléaires; le rejet de portions chromatiques que les auteurs ont signalé au moment de chaque mitose, devrait être considéré dans ce cas, comme une véritable épura-

tion résultant de ces mélanges. Dès lors, la division cellulaire, considérée en elle-même, pourrait être envisagée comme représentant une sorte de défense de la matière vivante contre les causes de mort que le fonctionnement même de la vie y accumule.

D'autre part, nos recherches nous font penser également que la division de la cellule résulte de deux facteurs principaux : 1° de la croissance totale de l'élément résultant de sa nutrition; 2° de l'action excitante de substances nocives de la matière vivante, s'accumulant d'abord dans le protoplasma, et venant ensuite atteindre le noyau.

CHAPITRE III

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE ET COMPARÉE

28. — Rôle des glandes génitales dans l'organisme.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1904, p. 556 et 1905, p. 79 et suivantes. — *C. R. Académie des Sciences*, 27 novembre 1905. — *C. R. Société de Biologie*. Juillet 1904 et 1905, p. 511.)

Les idées nouvelles, que nous ont données nos recherches sur le fonctionnement des glandes génitales, ont été exposées par nous, dans un certain nombre de notes et dans nos conférences à la Faculté des sciences, mais elles n'ont pas encore été réunies en un travail d'ensemble. Nous en avons donné un premier essai, cependant, dans le *Journal de l'Anatomie* (loc. cit.) pour ce qui concerne seulement la glande génitale femelle.

Si l'on admet généralement aujourd'hui, disons-nous dans ce journal, que l'ovaire est le siège d'une sécrétion interne, dont les organes seraient les éléments du corps jaune et les cellules interstitielles ; s'il faut ajouter à ces sécrétions les ovules non pondus et résorbés comme nous l'avons montré par l'exposé des travaux précédents, par contre, on ne connaît pas encore la signification physiologique qu'il faut attribuer à ces sécrétions internes.

Il est tout d'abord à noter que cette fonction ne saurait avoir une signification *exclusivement* sexuelle ; d'une part, en effet, des élaborations abondantes de graisse et de pigment se voient dans les glandes sexuelles embryonnaires ou fœtales, comme l'ont montré nos propres travaux sur les Oiseaux et les Mammifères; d'autre part nous avons vu, surtout dans l'étude des cellules interstitielles, que la fonction sécrétante ou élaboratrice de produits chimiques était indépendante de la fonction sexuelle; enfin nous savons que le principal organe de la sécrétion interne ovarienne, chez les Mammifères, le corps jaune, n'acquiert tout son développement glandulaire qu'après l'ovulation.

C'est pourquoi nous ne saurions accepter la théorie de Bard pour laquelle le corps jaune serait un dispositif, acquis dans le cours de l'évolution des Mammifères et fait pour supprimer ou pour rendre abortives les ovulations nouvelles qui pourraient se produire pendant la gestation.

On ne saurait davantage accepter le rôle nourricier de l'ovule que plusieurs auteurs, à la suite de Plato, attribuent gratuitement aux sécrétions chimiques des cellules interstitielles de l'ovaire. Cette théorie que l'on retrouve pour les cellules interstitielles du testicule et que nous avons combattue autre part,

Limon la détruit de son côté par des arguments de fait. Dans l'ovaire, comme dans le testicule, il y a donc indépendance entre les sécrétions chimiques et les formations sexuelles.

Tout ce que nous avons dit plus haut montre à l'évidence, il nous semble, que toutes les sécrétions de l'ovaire, aussi bien internes qu'externes, intéressent tout d'abord le fonctionnement même du corps de l'individu qui les forme et qu'elles ne viennent servir à la reproduction sexuelle que secondairement et par une sorte d'adaptation. Pour préciser maintenant le rôle de ces sécrétions, il nous faut penser à la nature de certains produits élaborés (pigments, poisons), à la corrélation qui existe entre l'arrêt de fonctionnement des glandes cutanées du Crapaud et la suractivité des ovaires (Phisalix) et à la manière dont se comportent les glandes génitales vis-à-vis des intoxications expérimentales (Metchnikoff); il faut remarquer la nature des corrélations qui existent chez la Femme, entre les maladies générales et les sécrétions chimiques de l'ovaire; il faut se rappeler enfin que les glandes génitales dérivent, chez un grand nombre de types, d'une ébauche commune aux organes urinaires, et, chez les Vertébrés, d'une ébauche également commune aux capsules surrénales; tout cela, réuni aux notions d'anatomie comparée sur lesquelles nous ne pouvons nous arrêter ici, fait que la fonction glandulaire reconnue aux glandes génitales doit rentrer, il nous semble, dans le grand groupe des fonctions épuratrices de l'organisme.

Nous croyons même pouvoir préciser davantage en disant que la fonction épuratrice des glandes génitales doit être comparable à celle des capsules surrénales. En effet, la plus grande partie des pigments qui existent dans les deux organes, appartiennent au même groupe des lipochromes; dans les deux cas, les graisses sont principalement des graisses phosphorées; enfin Gourfein, en 1895, a pu également extraire des capsules surrénales, des substances toxiques. Morphologiquement, on observe une grande ressemblance entre les cellules interstitielles de l'ovaire ou les cellules du jaune et les éléments épithéliaux qui constituent la substance corticale des capsules surrénales. D'un autre côté, les recherches embryologiques récentes viennent confirmer des idées plus anciennes sur l'origine ancestrale commune de ces derniers éléments et des cellules de l'ovaire et du testicule. Enfin les médecins ont montré depuis longtemps déjà qu'il existait une corrélation fonctionnelle entre les glandes génitales et les capsules surrénales, capable de se traduire, par exemple, sous forme d'hypertrophie vicariante des cellules de la capsule surrénale dans l'atrophie de l'ovaire ou les tumeurs du testicule.

En RÉSUMÉ, bien que beaucoup de points restent à élucider complètement, nous croyons pouvoir conclure en disant : *Les ovaires ont à remplir une fonction épuratrice de l'organisme.*

Cette fonction consiste à retirer simplement ou à transformer certains produits nuisibles, versés dans le sang par le fonctionnement des tissus somatiques et apportés à l'ovaire par le système artériel.

Les éléments où sont élaborés ces produits sont : les ovules et les cellules follicu-

laires chez les Invertébrés en général; les ovules, les cellules folliculaires, le corps jaune et les cellules interstitielles chez les Vertébrés.

De ces produits élaborés par l'ovaire, les uns sont excrétés purement et simplement; d'autres rejetés avec les ovules et, utilisés alors pour la reproduction sexuelle, vont servir à la vie de l'espèce; d'autres enfin, réabsorbés par l'organisme sous forme de sécrétions internes, vont agir sur la vie de l'individu.

Ils vont agir tout d'abord sur l'utérus, pour préparer la muqueuse à recevoir l'œuf fécondé, pour subvenir à la nutrition exagérée de l'utérus et enfin pour aider au développement de l'embryon (Frænkel).

Ils vont agir ensuite, probablement par l'intermédiaire du système nerveux, sur l'organisme tout entier, dans la production des phénomènes du rut et des caractères sexuels secondaires; mais cette action ne se fait sentir ici qu'en modifiant d'une certaine façon une cause primordiale, comme nous le dirons dans un autre article.

Tout ceci nous montre enfin que les substances de réserve, ou deutoplasma, contenues dans les œufs, doivent être considérées, comme des excreta de l'organisme femelle. Au point de vue physiologique, ces excreta sont de deux sortes : les uns, tels que les graisses et les corps vitellins serviront d'aliment à la matière vivante contenue dans l'ovule; les autres, tels que les pigments et les substances toxiques solubles agiront vis-à-vis du protoplasma ovulaire comme excitant spécialement le catabolisme, c'est-à-dire comme présidant surtout aux phénomènes si actifs de la segmentation de l'œuf (18). Ne voyons-nous pas, en effet, chez la Grenouille, par exemple, les blastomères se diviser d'autant plus vite qu'ils renferment plus de pigment; d'autre part, n'avons-nous pas vu que la toxicité des œufs de Crapaud et de Grenouille, en incubation, va en diminuant jusqu'à disparaître, au fur et à mesure que s'avance le phénomène de la multiplication cellulaire.

Les recherches que nous avons poursuivies ailleurs, sur le testicule et sur le sperme, nous montrent que les conclusions précédentes peuvent s'appliquer aussi bien aux glandes mâles qu'aux glandes femelles. Nous avons vu, en effet, que les testicules élaborent comme les ovaires, des pigments (n°40) des graisses neutres et phosphorées (n° 37 à 39) et des substances toxiques (n° 41). Aussi concluons-nous encore avec plus d'assurance dans une dernière note qui concerne spécialement les toxines sexuelles en disant :

Au point de vue physiologique, nos recherches montrent que les glandes génitales élaborent des substances excitatrices du système nerveux central et même toxiques à une faible dose, qu'elles rejettent une partie de ces substances avec les œufs ou avec le sperme, qu'elles doivent donc être considérées, à ce point de vue, comme glandes excrétrices. Par contre, ces substances toxiques rentrant lentement dans l'organisme, lors des résorptions ovulaires, nos recherches font mieux comprendre ainsi certains phénomènes de la vie, comme l'excitation particulière des femelles qui, pour une raison ou pour une autre, ne peuvent pas pondre et résorbent leurs œufs. Suivant les individus, la quantité ou la nature des produits chimiques réabsorbés, on voit, dans ces dernières circonstances, certaines femelles, telles que les Grenouilles, présenter une pigmen-

tation exagérée de leur corps (Dutartre), un état maladif très accentué ou même la mort; dans d'autres cas, au contraire, comme chez les Insectes, la résorption ovulaire amène une excitation particulière de l'organisme qui lui permet de dépasser de quelques jours l'époque de la mort normale.

Référence. - Le Dr Triolo publie un cas observé chez l'Homme qui ne peut être expliqué, dit-il, que par nos expériences sur les poisons des glandes génitales. (*Bullet. de la Société des Scienc. méd. de Tunis*, janv. 1905.

29. — Rôle du follicule ovarien et de l'ovisac.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1905, p. 83).

Actuellement les auteurs classiques ne voient, dans le follicule ovarien et dans l'ovisac, qu'une sorte de nid destiné à abriter l'ovule pendant son développement et à lui fournir les matériaux nécessaires à son accroissement.

Cependant, vue d'une façon tout à fait générale, nous croyons que la signification du follicule ovarien ne saurait être aussi simple.

D'abord cet organe n'existe pas dans tout le règne animal et ce n'est pas là, où il manque, que les réserves ovulaires sont les moins abondantes. Lorsqu'il doit apparaître, on constate chez le Lapin, par exemple, que l'ovule commence à s'accroître bien avant la naissance et surtout avant l'édification des follicules primordiaux; cela va encore contre l'opinion classique qui voit une coïncidence entre la phase d'accroissement ovulaire et la formation du follicule. Chez le Polyxène, Lécaillon a montré que ni les cellules folliculaires, ni aucun autre élément accessoire, ne prennent aucune part à l'accroissement de l'œuf, ni à la formation de son vitellus nutritif.

D'un autre côté, le volume que ce prétendu nid acquiert chez les Mammifères n'est vraiment pas en rapport avec le rôle qu'il aurait à remplir et le petit ovule microscopique risque fort de se trouver noyé ou altéré dans une poche liquide dont le diamètre atteint et dépasse un centimètre. C'est en effet ce qui doit parfois exister, puisque E. van Beneden nous apprend qu'il peut y avoir trois corps jaunes sur l'ovaire des Chauves-Souris, alors que ces individus sont toujours unipares.

Enfin l'Histo-physiologie nous montre que la capsule et le revêtement épithélial du follicule n'ont pas terminé leur rôle, quand l'ovule a été rejeté hors de leur intérieur. Il semble même que ce rôle atteint alors seulement son maximum, car le volume du corps jaune, continuation directe du follicule ovarien, s'accroît toujours et va même dépasser notablement le volume de ce dernier. De plus, en parlant des faux corps jaunes, nous avons vu que les prétendues cellules nourricières remplissaient mal leur rôle, puisqu'elles phagocytaient les ovules non pondus.

Ces contradictions cessent immédiatement si l'on veut voir, dans le follicule ovarien et l'ovisac, comme nous l'enseignons depuis longtemps déjà, une formation glandulaire, dont l'un des effets est la ponte ovulaire. Que l'ovule profite

de la protection offerte par le follicule clos qui l'enveloppe; qu'il puise de la nourriture dans les cellules folliculaires, soit indirectement, soit directement par phagocytose, cela existe en effet; mais il ne faut voir, là, que des fonctions adaptatives, qui ont découlé secondairement, dans le cours de l'évolution, d'un rôle excréteur ou épurateur beaucoup plus général, dont la signification exacte nous a été donnée par nos recherches sur les glandes génitales. Dans certains types même, par suite de la division du travail, ces fonctions secondaires ont pu acquérir une importance telle qu'elles en ont imposé aux auteurs.

30. — Signification et rôle des résorptions ovulaires.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1904, p. 536 et 1905, p. 89. — *C. R. Société de Biologie*, 1905, p. 511).

Nous considérons ici la résorption, par l'organisme femelle, des ovules non rejetés par l'ovaire, comme représentant un premier mode de sécrétion interne. Cette interprétation est justifiée d'abord au point de vue morphologique, car le phénomène s'accompagne d'un développement de capillaires sanguins, comparable à celui qui se présente chez les glandes à sécrétion interne proprement dite; elle est justifiée ensuite au point de vue histochimique, puisque le microscope nous montre, dans les ovules en résorption, des élaborations chimiques souvent très abondantes; elle l'est enfin, au point de vue physiologique, par les expériences qui montrent cette résorption devenir plus active sous l'influence du jeûne, comme si elle venait pour lutter contre l'inanition.

C'est là qu'on trouve peut-être, dans cette résorption continue de certains ovules, la sécrétion interne la plus active; en effet, cette fonction fait rentrer dans l'organisme non seulement les nucléo-albumines du noyau, mais encore les premières réserves nutritives que le cytoplasma ovulaire avait pu déjà commencer à élaborer et qui devaient servir à la vie de l'embryon. Elle y fait rentrer également, comme nous l'avons vu plus récemment, des substances excitatrices du système nerveux qui auraient été rejetées avec les œufs pondus. Dès lors, on peut mieux comprendre certains phénomènes de la vie des individus comme ceux que présentent les femelles qui ne peuvent pas pondre tous leurs œufs.

31. — Substances toxiques retirées des ovaires.

(*C. R. Société de Biologie*, 1905, p. 1329; 1904, p. 504, 883. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1905, p. 64).

32. — Stérilité et alopécie chez des Cobayes soumis antérieurement à l'influence de poisons ovariens.

(*C. R. Société de Biologie*, 1905, p. 465.)

Nous avons voulu voir, par ces recherches, si la présence de substances toxiques signalées dans les glandes génitales de certains Poissons était un fait

général dans le règne animal ; ensuite, nous avons essayé de déterminer l'origine et la signification physiologique de ces poisons.

Pour cela, nous nous sommes adressé aux ovaires d'Oursin, de Grenouille verte et rousse et de Chienne. Nous les avons traités de façon à retirer de ces glandes les toxalbumines du groupe des globulines (extrait salé) et les alcaloïdes ou toxalbumines basiques (extrait acide); puis nous avons injecté les extraits obtenus, ramenés à l'isotonie, dans les veines ou sous la peau de différents animaux en expérience.

Nous avons vu, tout d'abord, que ces extraits, *injectés directement dans les veines* de Lapins, déterminent la mort plus ou moins promptement. Ainsi, pour tuer un kilogramme de Lapin, il faut :

225	centimètres cubes	d'extrait ovarien	d'oursin.
59	—	—	de grenouille.
150	—	—	de chienne.

Dès les premières injections, l'animal présente des contractions tétaniques des membres qui continuent jusqu'à la mort; lorsque celle-ci est relativement lente, comme avec l'extrait d'Oursin, on observe une paralysie des membres, surtout des membres postérieurs, mais on ne voit pas ici les sécrétions abondantes de larmes et de salive, la grande polyurie et l'exophtalmie que nous trouverons avec l'extrait testiculaire.

Nous avons entrepris ensuite une série d'expériences pour savoir quels sont les effets de ces extraits *injectés sous la peau, dans les muscles, ou dans la cavité péritonéale d'animaux vivants* (Cobayes, Lapins, Souris et Grenouilles); nous avons expérimenté seulement ici avec des extraits d'ovaires de Grenouilles, non ramenés à l'isotonie, ce qui n'avait pas d'importance étant donné le lieu des injections et la petite quantité de liquide injecté chaque fois.

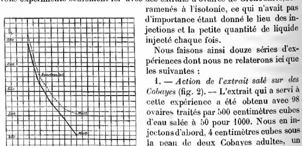


Fig. 1. — Action de l'extrait salé d'ovaire de Grenouilles sur des Cobayes.

Nous faisons ainsi douze séries d'expériences dont nous ne relaterons ici que les suivantes :

1. — *Action de l'extrait salé sur des Cobayes* (fig. 2). — L'extrait qui a servi à cette expérience a été obtenu avec 98 ovaires traités par 500 centimètres cubes d'eau salée à 50 pour 1000. Nous en injectons d'abord, 4 centimètres cubes sous la peau de deux Cobayes adultes, un mâle et une femelle en gestation; le deuxième jour, même injection; les deux jours suivants, ils ne reçoivent plus chacun que 2 centimètres cubes par jour. La femelle avorte dès le premier jour; les deux individus meurent dans le courant du quatrième, après avoir reçu chacun 12 centimètres cubes d'extrait.

2. — *Action de l'extrait acide sur les Cobayes* (fig. 5). — Injection sous-cutanée d'extraits acides, neutralisés, à deux cobayes adultes mâle et femelle. Les deux premiers jours les individus reçoivent chacun 4 centimètres cubes d'extrait par jour; les trois jours suivants ils reçoivent 6 centimètres cubes. Le mâle meurt le neuvième jour; la femelle avorte le troisième, mais elle résiste à l'intoxication, tout en mettant trente jours pour revenir à son poids primitif.

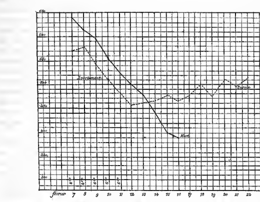


Fig. 5. — Action de l'extrait acide d'ovaire de Grenouilles sur des Cobayes. (Les pointillés indiquent les femelles.)

3. — *Action de l'extrait salé sur des Grenouilles*. — Le 11 février, injection de 2 à 3cc d'extrait salé de Grenouille verte dans le cœlome de quatre Grenouilles; deux mâles et deux femelles; deux jours après, les deux mâles sont morts, le quatrième jour les deux femelles meurent.

Le 9 février, injection de 1 à 4 centimètres cubes d'extrait salé dans la région des cœurs lymphatiques de quatre grenouilles : deux mâles qui meurent deux jours après, deux femelles qui meurent seulement le quatrième jour.

Un autre jour deux couples de *Rana temporaria* accouplés reçoivent, dans le cœlome de chaque individu, 4 centimètres cubes d'une solution au 1/20 de toxalbumines. Le deuxième jour, les mâles meurent d'abord, les femelles ensuite, chaque individu ayant reçu un peu moins de 10 centimètres cubes d'extrait.

4. — *Action de l'extrait acide sur des Grenouilles*. — Le 16 février, injection de 4 centimètres cubes d'extrait acide neutralisé dans les muscles de la cuisse de onze Grenouilles (ligature après chaque injection). Trois jours après, sept Grenouilles meurent (quatre mâles et trois femelles); le lendemain, quatre autres Grenouilles meurent (deux femelles et deux mâles); une femelle survit.

Dans toutes ces expériences, les Grenouilles mouraient en présentant une forte contracture tétanique des muscles, surtout chez les mâles, et une paralysie du train postérieur, c'est-à dire en présentant les mêmes phénoménes que nous avions observés à la suite d'injections intraveineuses chez le Lapin.

D'un autre côté, ils semble que les poisons ovariens de Grenouille, injectés ainsi à petite dose, modifient profondément l'organisme des individus qui survivent.

Des Cobayes mâles ou femelles ayant reçu, sous la peau, des doses non immédiatement mortelles de ces extraits, ont subi d'abord une chute de poids prononcée, comme nous l'avons montré dans nos précédentes publications; puis la courbe de poids est redevenue normale et, pendant un certain temps, ces individus n'ont présenté aucun caractère maladif. Mais, au bout de huit à dix mois, nous les avons vus maigrir, quelques-uns perdre entièrement leurs poils et la plupart mourir. D'un autre côté, toutes les femelles ont montré une tendance marquée à la stérilité et les petits, à chaque portée, étaient en moins grand nombre et plus petits que d'habitude; de plus les gestations étaient beaucoup moins fréquentes; ainsi ces deux vieilles femelles qui, dans des conditions normales, auraient eu dix portées, n'en ont eu ici que quatre. Les poisons ovariens de Grenouille semblent (donc agir en amenant l'atrophie d'un certain nombre d'ovules.

Au sujet de la descendance de nos Cobayes, nous avons noté une mortalité plus grande des fœtus ou des jeunes, mais surtout la présence de tares qui semblent bien avoir une origine héréditaire : tendance à l'alopécie et à la stérilité. Il est possible aussi, cependant, que l'alopécie ait été due à une maladie parasitaire de la peau, qui aurait atteint exclusivement les individus soumis antérieurement à nos expériences et présentant, à cause de cela, une résistance moindre.

Ces premières données demandaient des recherches comparatives sur d'autres organes pour savoir si ces mêmes substances toxiques se trouvent dans tout l'organisme, ou bien si la présence de ces substances est une des caractéristiques du fonctionnement des glandes génitales.

Nos expériences nous ayant montré que l'ovaire de Grenouille était de beaucoup le plus toxique des glandes génitales étudiées, il était intéressant de rechercher comparativement la toxicité de différents autres organes de la même espèce.

Si les expériences que nous avons faites à ce point de vue ne peuvent donner une mesure exacte de la quantité de toxalbumines contenues dans les différents tissus étudiés, nous pouvons toutefois classer ces tissus par ordre de virulence décroissante et nous avons alors la série suivante :

59	cent. cub.	d'extrait salé d'ovaire (*R. fusca*, après la ponte), tuent	1 kil. de Lapin.
154	—	d'extrait salé de muscles (*R. esculenta* mâles, avant le rut) tuent.	—
177	—	d'extrait salé de reins et de capsules surrénales (*R. fusca*, après la ponte) tuent	—
255	—	d'extrait salé de testicules (*R. esculenta*, avant le rut) tuent.	—

Ces recherches semblent donc bien montrer que le fonctionnement des ovaires s'accompagne de la présence, dans ces glandes, de substances toxiques, de quantité ou de virulence variables avec les animaux et avec l'époque de l'année.

Nous n'avons pas à faire ici une analyse précise de ces substances; c'est l'affaire des chimistes ou des thérapeutes qui voudraient utiliser en médecine l'action de ces substances toxiques sur le système nerveux. Mais, poursuivant notre but qui est l'étude de l'action des glandes sexuelles sur l'organisme qui les porte, nous devions nous demander d'où provenaient réellement les extraits toxiques que nous retirions des ovaires. Ces poisons peuvent provenir de trois sources en effet : ou bien ils représentent la matière vivante des tissus génitaux qui serait toxique pendant la vie même; ou bien ils proviennent encore de la matière vivante qui, inoffensive à l'état normal, se transformerait en substance toxique sous l'influence de l'eau salée ou de l'eau acidulée; ou bien, enfin, ces substances toxiques sont des produits de désassimilation de cette matière vivante, c'est-à-dire de véritables sécrétions ou excrétions. C'est un problème que nous avons abordé et résolu, nous semble-t-il, dans d'autres expériences dont nous parlons ailleurs (n° 11).

Référence. — Phisalix, *C. R. Soc. de Biol.*, 1905, 19 décembre, p. 1616.

33. — Les substances grasses dans les glandes mâle et femelle d'Oursin.

(*C. R. Société de Biologie*, décembre, 1905.)

Ces recherches sont une contribution à l'étude comparative des sexes dans le fonctionnement de leurs glandes génitales. Elles ont porté ici sur 145 testicules et 75 ovaires d'Oursins sacrifiés en pleine activité sexuelle.

L'analyse chimique de ces organes nous a montré que chaque ovaire donnait à cette époque :

Extrait éthéré	0gr,271
Extrait alcoolique	0gr,495
Total	0gr,766

et chaque testicule :

Extrait éthéré	0gr,351
Extrait alcoolique	0gr,188
Total	0gr,549

Nos recherches montrent donc que les ovaires renferment 0 gr. 247 de matières extractives de plus que les testicules, mais la différence porte surtout sur l'extrait alcoolique, ce qui indique sans doute, ici, un excès de lécithine.

34. — Sur le lieu d'origine des sécrétions chimiques du testicule.

(*C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 1034, et 1904, p. 27.)

Cette note a été écrite pour montrer que les sécrétions chimiques du testicule ne peuvent être localisées exclusivement dans les cellules interstitielles et que ces cellules ne tiennent pas seules, sous la dépendance de leurs sécrétions, l'ardeur génitale et les caractères sexuels secondaires. Ces distinctions, qui ont été faites, ne peuvent en effet se soutenir, ni au point de vue morphologique, ni au point de vue histo-chimique, ni au point de vue physiologique.

1° D'abord, au point de vue morphologique, on ne peut considérer les cellules interstitielles comme originairement distinctes des cellules séminales souches. Si la glande génitale commence bien, par deux ébauches distinctes : l'une péritonéale, l'autre mésenchymateuse sous-jacente à la première, ces deux ébauches finissent par se confondre en une seule masse cellulaire, dans laquelle il est impossible de distinguer les éléments mésenchymateux des éléments épithéliaux. Les caractères distinctifs que l'on en donne : volume et division du corps cellulaire en ecto et endoplasme, se retrouvent nettement, chez les oiseaux, dans les éléments de chaque ébauche avant qu'ils ne soient confondus.

Ensuite, dans le testicule des Oiseaux adultes, les cellules interstitielles ont absolument la même grosseur, la même forme, le même aspect, la même colorabilité que les cellules germinatives souches des éléments séminaux.

2° Au point de vue histo-chimique, tous les produits de sécrétion figurés que l'on a décrits, dans les cellules interstitielles : graisse neutre, lécithine, cristalloïdes, etc., se retrouvent dans les éléments cellulaires placés à la base de l'épithélium séminal : cellules germinatives et leurs dérivées, cellules de Sertoli.

Il ne nous paraît donc pas possible de dire que les sécrétions chimiques du testicule se font exclusivement dans les cellules interstitielles, et de ne pas tenir compte des élaborations semblables que l'on observe dans les éléments basaux de l'épithélium séminifère.

Dans certains types même, tels que le Moineau et le Foudi, les éléments interstitiels du testicule fonctionnel, alors très peu nombreux, n'ont aucun caractère glandulaire ; ce sont les cellules germinatives et les cellules de Sertoli qui, *seules*, élaborent des produits chimiques. Cela va déjà contre cette théorie, toute gratuite du reste, qui veut voir, dans ces produits, des substances émigrées provenant des cellules interstitielles. Autre fait : les testicules des jeunes poulets se chargent partout de mélanine ; or, les cellules interstitielles se comportent ici comme les cellules germinatives; elles n'ont pas de pigment ou présentent seulement des lipochromes.

3° Au point de vue physiologique, enfin, on ne peut admettre que les cellules interstitielles seules tiennent sous leur dépendance : l'ardeur génitale et le déterminisme des caractères sexuels secondaires :

a) D'abord parce que ces éléments n'existent pas chez un grand nombre

d'animaux, chez les insectes par exemple, où l'ardeur génitale et les caractères sexuels secondaires se montrent pourtant dans toute leur plénitude;

b) Ensuite parce que, au contraire, ces éléments existent chez des types, tels que les Cobayes, Lapins et Chiens, chez lesquels il n'apparaît jamais de véritables caractères sexuels secondaires.

En résumé, la fonction sécrétoire du testicule, considérée dans l'ensemble du règne animal, peut avoir pour organes, suivant les types : les cellules germinatives, souche des éléments séminaux, les cellules de Sertoli, dérivées des cellules germinatives et les éléments interstitiels.

35. — Terminaisons nerveuses et éléments glandulaires de l'épithélium séminifère.

(*C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 546)

Note montrant que les récents travaux d'histologie pure, faits par les auteurs, viennent encore parler en faveur de l'interprétation glandulaire que nous avons donnée aux cellules basales de l'épithélium séminifère : cellules germinatives et cellules de Sertoli.

36. — Les graisses du testicule chez quelques Sauropsidés.

(*C. R. Société de Biologie*, 1903, p. 826.)

Appliquant la technique que nous avons établie pour la recherche histo-chimique des graisses neutres et des graisses phosphorées (nº 81), voici comment nous avons vu se comporter l'évolution générale des élaborations graisseuses dans les types suivants de Sauropsidés : Poulet, Moineau, Canard, Colin, Serin, Foudi, Combassou, Colombe, Pigeon et Gecko.

Chez l'embryon, l'épithélium germinatif, puis les éléments mésenchymateux élaborent des graisses neutres. C'est bien là une véritable sécrétion et non l'élaboration d'un simple matériel nourricier destiné à la multiplication cellulaire si active des tissus embryonnaires. En effet, on ne trouve pas alors d'élaboration graisseuse comparable, dans aucune partie du corps de l'embryon; plus tard on en voit dans le corps de Wolff et dans les capsules surrénales; plus tard encore dans le foie embryonnaire. Le testicule fœtal, qui se constitue aux dépens de ces deux origines, continue à élaborer les mêmes graisses.

A la naissance, le testicule est formé de cordons cellulaires pleins, ramifiés et anastomosés, séparés par des capillaires ou même par des sinus sanguins très abondants. De ces cordons, les uns ne montrent aucun produit de sécrétion figuré; dans d'autres on voit encore des globules de graisse neutre en abondance; dans d'autres enfin, on trouve un produit colorable par l'hématoxyline et par la safranine et qui nous paraît être de la lécithine. (A cette époque, le jeune ovaire ne renferme ni graisse, ni lécithine.)

Pendant le premier été, les tubes séminifères du jeune oiseau s'organisent définitivement; comme à la naissance, ils renferment surtout des cellules germinatives avec, de place en place, des spermatogonies oviformes. Mais les élaborations graisseuses vont en diminuant de plus en plus, de sorte qu'on n'en trouve plus dans le testicule d'un jeune Oiseau, tué *à son premier hiver*.

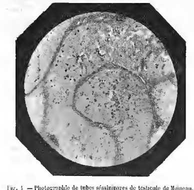


Fig. 4. — Photographie de tubes séminipares de testicule de Moineau, état prespermatogenèse.

Ces élaborations réapparaissent avec une grande intensité *au début du printemps suivant*, en même temps que la vascularisation du testicule devient plus active. A cette époque, le testicule entre en préspermatogenèse. Ce sont alors des globules de graisse neutre qui remplissent le cytoplasme des cellules germinatives et des premières spermatogonies (fig. 4). Quand on traite ces globules par le xylol, la substance noir-intense disparaît et laisse, à sa place, un globule gris jaunâtre qui finit lui-même par disparaître. Nous avons là, probablement, le commencement de la transformation d'une graisse neutre en lécithine. On ne trouve guère, en effet, que des lécithines, sous forme de granulations, dans les cellules germinatives et dans les cellules de Sertoli du testicule en spermatogénèse, c'est-à-dire *pendant le printemps et l'été*. De rares globules de graisse neutre s'y voient encore cependant.

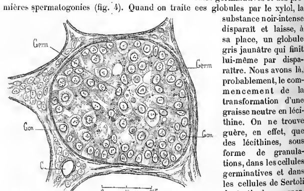


Fig. 5. — Dessin d'un tube séminipare d'un jeune Moineau en prespermatogenèse.

La figure 6 est intéressante, à ce point de vue. Elle montre, en effet, une portion de testicule de Foudi au moment où il passe de l'état de préspermatogenèse à celui de spermatogenèse; or on voit ici, au centre, un tube dans le premier état montrant des globules de graisse neutre colorée en noir, par l'acide osmique; à droite et à gauche sont des portions d'autres tubes passés à l'état de spermatogénèse et où l'on ne voit plus de graisse.

Dans le cours de l'été, on trouve des variations dans la quantité et la qualité de graisses élaborées. Le plus souvent nous n'avons vu alors que de la lécithine, surtout dans les cellules de Sertoli; d'autres fois, cette substance se trouvait en abondance dans les cellules germinatives, dans les cellules de Sertoli et dans la couche des détritus. Enfin, dès la fin de juillet, alors que le testicule forme toujours des spermatozoïdes, on voit réapparaître des graisses neutres en très grande abondance.

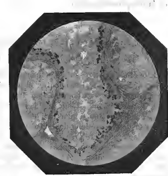


Fig. 6. — Tubes séminipares de Foudi, l'un en préspermatogenèse (au centre) les autres en état de spermatogenèse active. (Photogr.)

A l'automne suivant, le testicule, ayant terminé son rôle sexuel, a repris le volume et la structure du testicule fœtal; les tubes séminipares sont un peu plus larges cependant et renferment un plus grand nombre de cellules germinatives. D'un autre côté, ces dernières cellules continuent à élaborer des graisses neutres et des lécithines pendant tout le second hiver et il en est de même pour tous les hivers suivants. Au troisième printemps, une nouvelle poussée de graisse neutre réapparaît et conduit le testicule en état de spermatogenèse, comme au cours de l'année précédente.

Tel est l'ensemble de l'évolution et de la transformation des élaborations graisseuses du testicule que nous avons suivies surtout avec le Moineau domestique. Mais si l'on examine en particulier chacun des oiseaux que nous avons étudiée, on observe des différences souvent considérables. Ainsi, pour ne considérer que l'état de spermatogenèse, les élaborations graisseuses se font exclusivement dans l'épithélium séminifère, chez le Moineau et chez le Foudi; chez le Serin et chez le Combassou, au contraire, les cellules interstitielles élaborent de la graisse (surtout de la lécithine) en petite quantité, alors que l'épithélium séminifère en paraît presque dépourvu. Il en est de même chez le Gecko, avec cette différence que l'élaboration graisseuse des cellules interstitielles est beaucoup plus active encore, surtout ici en graisse neutre. Chez cette espèce, on trouve les mêmes phénomènes d'élaboration active dans le

tissu conjonctif de l'épididyme, tant en lécithine qu'en graisse neutre; l'épithélium épididymaire paraît ne renfermer aucune sorte de graisse.

Faisons remarquer, en terminant, que les testicules étudiés présentent toujours une vascularisation particulièrement active, au moment où ils élaborent de la graisse en quantité. Chez l'embryon, la glande germinative repose sur de larges sinus veineux qui la séparent du corps de Wolff; à la fin de la vie fœtale, les tubes séminipares pleins sont entourés de capillaires sanguins, souvent aussi larges qu'eux, et ce même aspect se représente, chaque année, au moment de la préspermatogenèse.

37. — Les graisses du testicule chez quelques Mammifères.

(*C. R. Société de Biologie*, 1903, p. 1009.)

Cette étude qui fait suite à l'étude précédente (nº 36) a porté sur l'évolution ontogénétique des graisses neutres et phosphorées dans les testicules de Chien, Chat, Chauve-souris, Cobaye, Lapin, Rat.

a) *Chez l'embryon.* — L'âge le plus jeune que nous ayons pu étudier jusqu'ici, d'après la technique comparative que nous avons fait connaître, est celui d'un embryon de Cobaye long de 1 centimètre. A cette époque du développement, la glande germinative présexuelle est formée uniquement de cellules germinatives. Dans les deux seuls individus que nous avons étudiés, nous n'avons pas trouvé de graisse. Il en a été de même pour les glandes germinatives de trois embryons de lapin, sacrifiés le vingt-sixième jour; ici, pourtant, des tubes séminipares étaient déjà formés.

Un embryon de Chat âgé de cinquante-six jours nous a montré, par contre, une élaboration graisseuse abondante dans le tissu interstitiel très développé, rien encore dans les tubes séminipares. Nous avons retrouvé ces mêmes phénomènes dans le testicule d'un embryon de Cobaye long de 6 cent. 5, et, avec plus d'abondance, dans celui d'un embryon de 8 centimètres. Chez le Chat, comme chez le Cobaye, les graisses des testicules paraissent être formées, surtout, par de la lécithine, ou plutôt par un mélange de lécithine, de graisse et probablement aussi d'albuminoïdes. Dans tous les cas, la graisse élaborée par les testicules n'est certainement pas semblable à la graisse neutre que l'on trouve dans la coque conjonctive des mêmes testicules.

b) *A la naissance.* — Chez un jeune Cobaye âgé de trois jours, les tubes séminipares ne renferment encore que des cellules germinatives et quelques spermatogonies oviformes, ces dernières se divisant activement par cinèse. On ne trouve aucune graisse dans ces tubes, alors qu'une élaboration graisseuse abondante continue à se faire dans les cellules interstitielles; cette graisse présente toujours les caractères microchimiques de la lécithine, avec une tendance plus grande cependant à se colorer en noir par l'acide osmique. Il en est de même chez un petit Chat sacrifié trente-six heures après sa naissance; cependant on trouve là, déjà, quelques sphérules graisseuses dans l'intérieur des tubes sémi

nipares. Ce dernier phénomène est beaucoup plus accentué encore chez la Chauve-souris nouvellement née; chez cette espèce, en effet, les tubes séminipares, qui ne renferment pourtant encore que des cellules germinatives et des spermatogonies, sont bourrés de sphérules de graisses neutres et de lécithines. Dans l'épithélium des canaux droits et de l'épididyme, on trouve la même élaboration graisseuse, alors que l'épididyme des jeunes Cobayes et des jeunes Chats n'en présente pas trace.

c) *Chez le jeune impubère.* — Quinze jours après la naissance, les tubes sémi-

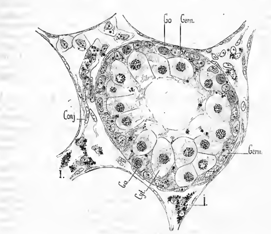


Fig. 7. — Dessin d'un tube séminipare d'un jeune Cobaye.

nipares du Cobaye renferment, en plus des cellules germinatives basales, des spermatogonies et des spermatocytes en activité cinétique; ces tubes ne présentent pas encore de graisse. Celle-ci continue à être élaborée dans les cellules interstitielles; elle apparaît également en abondance dans l'épithélium des canaux droits. Les jeunes Chats et les jeunes Chiens, âgés de trois à quatre semaines, présentent les mêmes phénomènes, mais la graisse des cellules interstitielles, qui est ici extraordinairement abondante, se présente avec les caractères des graisses neutres; des sphérules de graisse commencent à apparaître dans l'épithélium des tubes séminipares. Ce dernier phénomène ne se manifeste chez le Cobaye qu'un mois après la naissance et seulement encore avec une faible intensité (fig. 7).

d) *Au début de la spermatogénèse.* — Comme chez les Oiseaux, au printemps,

les élaborations graisseuses du testicule deviennent particulièrement abondantes au moment de la puberté des mammifères. Mais ces phénomènes s'accompagnent ici de dégénérescences cellulaires beaucoup plus nombreuses que chez les oiseaux; chez les mammifères étudiés, le testicule devient alors comparable à une glande à sécrétion holocrine, telle que la glande sébacée, ou à sécrétion méro-holocrine, telle que la mamelle. Ces produits ne sont pas phagocytés; ils sont probablement résorbés en partie par l'organisme, car, comme chez les oiseaux, le testicule est alors particulièrement vasculaire.

e) *A l'état adulte.* — Chez un Cobaye âgé de six à huit mois, on trouve une élaboration excessivement intense de graisse neutre, surtout dans l'épithélium des canaux droits et dans celui de l'épididyme. La situation des globules de graisse montre que ces produits doivent être rejetés dans l'intérieur des voies d'excrétion du sperme, mais il est probable qu'ils sont rejetés sous forme de savons, car on ne voit plus de graisse dans la lumière des canaux de l'épididyme. Les élaborations graisseuses sont beaucoup moins actives dans les cellules interstitielles et dans l'épithélium séminifère, où elles apparaissent plutôt avec des caractères de lécithine.

Ce sont à peu près les mêmes phénomènes que nous avons observés chez le Lapin, le Rat et le Chien adultes, avec des variations notables cependant dans la quantité de graisse élaborée. Nous rappelons ici que chez un Chien néphrectomisé (nº 45), nous avons vu l'élaboration graisseuse du testicule augmenter et s'étendre à toute l'épaisseur de l'épithélium séminifère; cette exagération de la sécrétion chimique du testicule est encore plus manifeste chez le Chien après un jeûne de vingt-six jours (nº 46).

Les appréciations dans la qualité des graisses sont beaucoup plus difficiles à faire chez les Mammifères que chez les Oiseaux ; chez eux la lécithine paraît le plus souvent mélangée intimement à des graisses neutres et à des albuminoïdes; de plus, on ne voit pas ici la transformation très nette de l'élaboration de graisse neutre en lécithine que nous avons vu se faire chez les Oiseaux, au moment de l'établissement de la spermatogenèse. D'un autre côté, il ne faut pas oublier que la lécithine disparaît plus facilement que les graisses neutres, dans le cours des manipulations histologiques.

38. — Changements périodiques dans la nature des graisses du testicule des Oiseaux à l'époque des amours.

(*Bibliographie anatomique*, 1902, XI, p. 175. — *C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 1054 et 1903, p. 454).

Au cours de nos recherches sur la spermatogénèse des Oiseaux, nous avons été frappé de voir la nature des élaborations graisseuses de l'épithélium séminifère changer au moment où s'établissait définitivement la fonction sexuelle.

Chez le Moineau domestique et chez le Foudi de Madagascar, par exemple, quand le tube séminipare est à l'état de préspermatogénèse, on trouve dans les

éléments épithéliaux une abondante élaboration de globules graisseux ; ces globules se colorent alors en noir intense par l'acide osmique, ce qui indique qu'ils sont formés de graisses neutres. Or, quand la fonction spermatogénétique est complètement établie, cette coloration ne se produit plus et les élaborations de l'épithélium séminifère prennent alors les caractères microchimiques des lécithines. Chez le Moineau, nous avons vu une nouvelle élaboration de graisse noire réapparaître à la fin de juillet, époque où se fait une nouvelle poussée de spermatogenèse.

Il est à remarquer également que, chez le Foudi du moins, les graisses du corps changent de couleur au moment où les élaborations du testicule changent elles-mêmes de nature ; de grises qu'elles étaient pendant l'hiver, elles prennent, à l'époque du rut, la couleur rouge-vermillon du plumage de noces.

39. — Recherche des graisses et des lécithines dans les testicules des Cobayes en évolution.

(*C. R. Société de Biologie*, déc. 1905, p. 584).

Ces recherches ont été faites dans le but d'apporter une contribution nouvelle à la connaissance de l'évolution fonctionnelle de la glande mâle ; elles ont consisté tout d'abord à doser les extraits éthéré et alcoolique de testicules enlevés à des Cobayes âgés de 15 jours, de 2 mois, de 4 mois et de 1 an.

Une première série d'expériences ayant porté sur 94 Cobayes, nous a montré que la quantité de substances grasses, contenues dans les testicules de Cobayes, est relativement faible dans les premiers temps, puis augmente tout à coup au quatrième mois qui est l'âge de la puberté, pour devenir encore plus grande après la première année. L'analyse des testicules de ce dernier âge nous a donné la même quantité d'extraits en décembre (dans un appartement chauffé) et en mai. Enfin, il est à remarquer que cette augmentation porte surtout sur l'extrait alcoolique, c'est-à-dire probablement sur les lécithines.

Nous avons voulu pousser plus loin notre analyse, en essayant de doser la lécithine aux différents âges. Pour cela, nous avons réuni chaque fois les extraits éthéré et alcoolique, nous les avons saponifiés, puis traités par la mixture magnésienne qui donne des cristaux de pyrophosphate de magnésie d'où il est facile de retirer, par le calcul, la quantité de lécithine. Mais nous n'avons donné nos chiffres, ici, que sous toutes réserves, car nous n'avons pas eu le temps de refaire ces expériences, ce qui serait de toute nécessité, étant donné les causes d'erreur possible.

Telles qu'elles sont, ces dernières données correspondent assez bien cependant avec les premières, du moins en ce qui concerne les testicules, de deux et de quatre mois ; nous voyons, là encore, la quantité de lécithine augmenter beaucoup à l'époque de la puberté, par rapport à l'époque immédiatement précédente. Or, nous avons observé, par d'autres procédés, des faits analogues chez les Oiseaux. Nous avons vu, en effet, au moyen de réactions microchimiques,

que les testicules de Moineau et de Foudi, par exemple, fabriquaient surtout des graisses neutres pendant l'état de repos sexuel; au moment du rut, au contraire, quand la spermatogenèse s'établit, nous avons vu que les graisses neutres font place à une élaboration abondante de lécithine. Ces faits, s'ils étaient confirmés, tendraient à montrer que la présence de la lécithine est caractéristique de l'activité du testicule.

40. — Les pigments élaborés par les testicules.

(*C. R. Société de Biologie*, 1904, p. 404).

On a signalé, à plusieurs reprises, la présence de pigments dans les testicules des Vertébrés. Frappés des variations que présentaient ces phénomènes, on n'y a pas, semble-t-il, attaché d'importance ou bien on les a considérés comme des productions pathologiques. Pour nous, nos recherches sur les sécrétions chimiques des glandes génitales, n'avaient pas tardé à nous faire penser que les pigments devaient être un des produits élaborés normalement par ces glandes. C'est pour vérifier la justesse de cette idée que nous avons recueilli et étudié un certain nombre de glandes génitales de Poulets appartenant : à la race de Crèvecœur pure, à la race de Crèvecœur mélangée de Russe et de Houdan, et à la race Russe pure.

Ce mélange de races nous a montré, tout d'abord, qu'il n'y avait pas de corrélation entre la présence des pigments que nous allons constater dans le testicule et la pigmentation plus ou moins prononcée du plumage des individus.

Nous avons étudié ainsi les glandes génitales de 45 Poulets et plusieurs centaines de testicules de Coq adultes provenant de Houdan.

Dans les premiers jours qui suivent la naissance, tous les testicules observés (20 exemplaires) présentent une coloration ocre jaune pâle, semblable à celle des capsules surrénales et du foie des mêmes individus. Cette coloration est due à la présence de sphérules contenues dans les cellules germinatives des tubes séminifères et dans les cellules interstitielles; la substance composant ces sphérules ne se colore pas par l'acide osmique, elle est soluble dans l'alcool et l'évaporation de cette solution laisse un résidu d'aspect butyreux brunissant légèrement à l'air; cette substance rentre donc dans la catégorie des pigments clairs ou lipochromes.

A la fin et au commencement du deuxième mois (du trentième au quarantième jour), sur 26 testicules, nous en avons trouvé 8 qui avaient encore la coloration de la naissance; 6 autres présentaient, sur le fond ocre jaune, quelques taches rouges sang, ramifiées et absolument semblables, comme aspect, aux taches noires que nous allons décrire ci-dessous. Ces taches rouges ont disparu dans l'alcool, de sorte que nous n'avons pu les retrouver pour les étudier histologiquement. Les 12 autres testicules étaient colorés entièrement ou dans leur plus grande partie, en une teinte noire, à reflet bleuâtre, extrêmement foncée. Cette coloration s'étendait dans l'intérieur du testicule

tout entier (fig. 8 et 9) et était due à la présence de sphérules de mélanine qui bourraient littéralement le cytoplasma de grosses cellules conjonctives ramifiées. Ces cellules pigmentaires formaient comme une enveloppe noire aux tubes séminipares ou entouraient les amas de cellules interstitielles. Ces dernières, de même que les cellules germinatives des tubes séminipares, renfermaient encore des sphérules de lipochromes.

Au commencement du troisième mois, 16 testicules étudiés ne nous ont mon

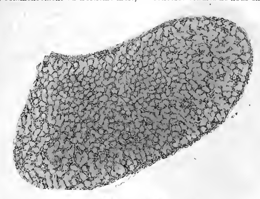


Fig. 8. — Poulet âgé de 40 jours : coupe longitudinale d'une moitié de testicule, photographiée pour montrer la disposition des cellules pigmentaires autour des tubes séminipares. (Phot. Ov. Richard.)

tré que deux spécimens portant seulement une petite tache noire. Enfin les recherches que nous avons faites sur des testicules achetés aux Halles de Paris, nous ont donné une proportion de 3 à 4 testicules colorés en gris sur 100, tous les autres gardant la couleur jaune pâle de la naissance. Ce sont surtout, semble-t-il, les vieux Coqs qui présentent le plus souvent des testicules gris.

En résumé, le nombre des cas étudiés ici permet de dire que les testicules du Coq élaborent normalement deux sortes de pigments : des pigments clairs, solubles dans l'alcool, élaborés par les cellules germinatives, souches des éléments séminaux et des pigments noirs, insolubles, élaborés par des cellules conjonctives hypertrophiées. Mais alors que les premiers semblent être formés pendant toute la vie de l'animal, les pigments noirs ne le sont qu'à certaines époques dont une paraît être localisée à la fin du premier ou au commencement du second mois après la naissance; une nouvelle poussée de pigmentation noire semble se faire vers la fin de la vie du Coq, mais cette poussée est toujours beaucoup moins grande que celle du deuxième mois.

Quelle est l'origine des pigments du testicule? Pour les lipochromes, il n'y a

pas de doute; ce sont des produits élaborés par les cellules germinatives et les cellules interstitielles. Pour les pigments noirs insolubles, nous avions pensé tout d'abord qu'ils étaient retirés des hématies car, à l'époque considérée, le testicule fœtal est souvent très richement vascularisé. Mais nous avons remarqué bientôt qu'il n'y avait aucune concordance nécessaire entre les deux phénomènes et beaucoup de coupes longitudinales totales de testicules pigmentés ne nous ont montré aucune trace de capillaires dans l'intérieur même du testicule. D'un autre côté, ce n'est pas dans la coque conjonctive qu'apparaissent les premières taches noires, c'est dans la profondeur du testicule et en des régions où il n'y a pas de vaisseaux sanguins. Enfin, on voit que les premières cellules pigmentaires sont toujours situées dans le voisinage immédiat des cellules germinatives ou des cellules interstitielles.



Fig. 9. — Portion plus grossie de la coupe photographiée dans la fig. 8. (Photomicrose Ovide Richard).

Dans les testicules entièrement pigmentés, cette dernière relation reste toujours aussi évidente, de sorte que, nous nous demandons si l'élaboration des pigments noirs dans les cellules conjonctives ne dépend pas de l'activité des cellules germinatives ou des cellules interstitielles. Si les taches rouge-sang dont nous avons parlé plus haut sont la première forme sous laquelle apparaissent les taches de mélanine, i faudrait alors penser à une transformation possible des lipochromes en pigments insolubles.

Quelle est maintenant la signification de la mélanisation si abondante que l'on voit se produire dans le testicule fœtal du Poulet?

Dans certains cas, comme nous l'avons dit plus haut, on a pu considérer ce phénomène comme un signe de dégénérescence cellulaire. Cette explication n'est évidemment pas admissible ici, du moins pour ce qui concerne le testicule du deuxième mois où tout indique une vitalité particulièrement grande. L'élaboration des pigments ne peut donc être considérée, dans notre étude, que comme une des formes des sécrétions chimiques du testicule.

41. — Substances toxiques retirées des testicules.

(*C. R. Société Biologie*, 1903, p. 1529; 1904, p. 883 et 28 mai 1904; 1905, p. 506 et 509).

Ces recherches ont été conduites de la même façon que des recherches semblables faites sur les ovaires dont nous avons rendu compte plus haut. Elles ont porté sur les testicules d'Oursin, de Grenouille, de Tortue, de Chien et de Cobaye.

Voici les résultats généraux des nombreuses expériences que nous avons faites sur ce sujet et dont il serait fastidieux de donner ici tous les détails.

Les extraits retirés des testicules de 78 Oursins, provenant de Guéthary et tous en activité sexuelle, injectés dans la veine marginale de Lapins, ont occasionné des symptômes manifestes d'intoxication : contractions tétaniques, dyspnée, exophtalmie, dilatation de la pupille, sécrétion abondante de larmes et paralysie; malgré cela les Lapins intoxiqués survivent.

Les extraits des testicules de Cobaye donnent lieu aux mêmes phénomènes suivis également de survie.

Les testicules de Grenouille, sacrifiées en février, donnent des extraits qui, bien que très dilués, tuent des Lapins adultes à la dose de 233 centimètres cubes par kilogramme.

Les testicules de Chien sont encore plus toxiques; il ne faut que 172 centimètres cubes d'extrait salé pour tuer un kilogramme de Lapin.

Enfin les extraits de testicules de Tortue, pris au moment de la spermatogenèse, déterminent la mort des Lapins dans les conditions suivantes : vers la fin de l'injection on voit se produire quelques petites contractures des membres, puis une forte dyspnée apparaît; détaché, le Lapin ne présente aucune trace de paralysie; au bout de quelque temps, mictions et défécations en diarrhée; une heure et demie après la fin de l'injection, la dyspnée est toujours très forte, la tête du Lapin tombe sur le côté et une parésie très nette se manifeste; une demi-heure après, le Lapin fait quelques bonds en avant, roule une ou deux fois sur lui-même, puis retombe flasque, paralysé complètement des quatre membres; enfin la respiration devient plus courte; quelques contractures des membres et du cou; disparition des réflexes et mort en dix minutes, soit exactement deux heures cinq minutes après la fin de l'injection.

Si nous comparons ces résultats avec ceux que nous avons obtenus avec les ovaires des mêmes espèces, nous voyons que la toxicité des glandes génitales est plus grande dans le sexe femelle que dans le sexe mâle.

Ainsi, pour les glandes de la Grenouille, un kilogramme de Lapin est tué avec 39 centimètres cubes d'extrait ovarien et seulement avec 243 centimètres cubes d'extrait testiculaire. Pour les glandes du Chien, un kilogramme de Lapin est tué avec 150 centimètres cubes d'extrait ovarien et 172 d'extrait testiculaire; enfin pour l'Oursin, l'extrait de 145 testicules n'amène pas la mort de Lapins que produit, au contraire, l'extrait de 75 ovaires.

Les effets généraux de ces extraits (injectés directement dans le sang de

Lapins, en solutions voisines de l'isotonie) présentent, dans leurs grandes lignes, une uniformité remarquable ; ils déterminent des troubles moteurs (contractions tétaniques, puis paralysies), circulatoires (sécrétions de larmes, de salive) et respiratoires (dyspnée), troubles qui proviennent tous, sans doute, d'une excitation particulière des centres nerveux.

Les recherches sur la toxicité du sperme, dont nous avons parlé ailleurs (n° 15), montrent que cette toxicité est due, pour la plus grande part, aux produits de sécrétion du testicule et non au tissu testiculaire lui-même.

Références. — D.r N. Voinow, professeur à la Faculté des sciences de Bucarest, *C. R. Soc. Biol.*, p. 414 et *Archiv. Zool. expérim.*, 1905, p. LXXXI. Cet auteur, en suivant une technique différente de la nôtre, arrive cependant à confirmer entièrement nos recherches dans les testicules de coq. « Loisel a montré le premier, dit-il, que la toxicité est une propriété générale des glandes génitales des Vertébrés et des Invertébrés des deux sexes,... Mes expériences confirment en tout ses résultats. »

42. — Conservation des substances toxiques extraites des glandes génitales.

(*C. R. Société Biologie*, 1904, t. 2, p. 80).

Comme complément aux recherches précédentes, il nous a paru important de rechercher comment se comportait la toxicité des glandes génitales lorsque celles-ci, ou leurs extraits, étaient conservées dans certains milieux.

Or nous avons vu qu'un séjour de trois mois dans l'alcool à 95 degrés, pour les testicules de Chien, et qu'un traitement par l'alcool et par l'éther chauds, prolongé pendant quelques heures, pour les testicules de Cobaye, n'ont pas détruit les toxalbumines contenues dans ces glandes ; mais d'autres expériences comparatives, que nous n'avons pu entreprendre, seraient nécessaires pour savoir si la virulence de ces toxalbumines n'a pas été diminuée.

D'un autre côté, les premières recherches, que nous avons faites sur les poisons génitaux des Oursins, nous ont montré que ces poisons ont pu être portés lentement et progressivement à des températures de 105 degrés, sans être détruits.

Dans une autre série d'expériences, nous avons recherché comment se comportaient les toxalbumines et les alcaloïdes des ovaires de Grenouille à la suite d'un séjour de quatre mois à une température sèche de 55 à 60 degrés. Pour cela nous avons utilisé une partie des poudres jaune (toxalbumines) et brune (alcaloïdes) qui nous avaient servi dans des expériences précédentes. Ces poudres nous ont encore fourni des extraits toxiques, mais la virulence de ces derniers était fortement atténuée. Injectés dans les veines des lapins, ils déterminaient des convulsions tétaniques comme les toxalbumines fraîchement préparées ; mais ils occasionnent en plus une polyurie abondante, ce qui explique peut-être leur moindre virulence.

43. — Études sur la spermatogenèse chez le Moineau domestique.

(*C. R. Soc. Biol.*, 1899, p. 327 ; 1900, p. 89 et 386 ; 1901, p. 972 et 974 ; 1903, p. 826. *Bibliogr. anat.*, 1902, p. 71. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1900, p. 160 et 1902, p. 112).

Dans nos recherches sur la spermatogenèse, nous avons eu surtout pour but d'étucider : 1° la nature et l'origine des éléments souches de l'épithélium séminifère; 2° la question de la cellule de Sertoli; 3° la transformation des spermatides en spermatozoïdes et 4° la cause qui détermine la formation des spermatozoïdes et leur fasciculation. Nos recherches se sont portées surtout sur le Moineau.

La spermatogenèse proprement dite commence, chez cet oiseau, quand le testicule atteint une longueur de 7 à 8 millimètres, c'est-à-dire vers le milieu ou la fin de mars.

Elle dure pendant tout l'été, mais, contrairement à ce qui existe chez les Mammifères, la spermatogenèse du Moineau procède par poussées nettement distinctes les unes des autres. Ces poussées doivent être déterminées, en partie du moins, par les congestions actives qui précèdent ou accompagnent les rapprochements sexuels.

Contrairement encore à ce qui existe chez les Mammifères, chaque lignée séminale évolue ici suivant une ligne droite ou un peu oblique, par rapport à la paroi du tube séminipare. Cette lignée se termine par la formation d'un faisceau de spermatozoïdes comprenant de 80 à 100 éléments.

Une fois formé, chaque faisceau de spermatozoïdes reste en place, dans l'épithélium séminifère, jusqu'au moment où une congestion du testicule le fait tomber dans la lumière du tube.

Sa chute se produit par une espèce de fente ou de clivage, qui s'opère au milieu de la zone des spermatides, de sorte que les faisceaux de spermatozoïdes mûrs entraînent avec eux un certain nombre d'éléments non transformés.

Un grand nombre de faisceaux tombent en même temps; il en résulte, à la surface de l'épithélium séminifère, la formation d'une vaste plaie qui se répare par un processus comparable à celui de la cicatrisation ordinaire des plaies. Les spermatides, restés en place, s'étendent à la surface de la plaie par une sorte d'éboulement passif, en même temps, sans doute, que par leurs mouvements propres; puis les spermatocytes sous-jacents montrent des phénomènes de division cinétique très actifs.

Ces particularités font qu'on peut trouver, dans une même section transversale d'un tube séminipare, les différentes espèces cellulaires composant l'épithélium séminifère :

1° Cellules germinatives et Cellules de Sertoli;

2° Spermatogonies;

3° Spermatocytes;

4° Spermatides et Spermatozoïdes.

Considérons successivement maintenant, chacun des quatre points que nous nous sommes proposé d'élucider.

1° *Les cellules germinatives et la nature du testicule.* — Nous avons donné le

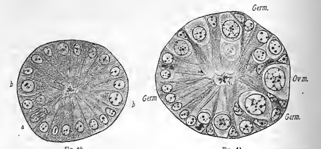


Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 10. — Stade des cellules germinatives. Le noyau au début d'une division directe; au début de la transformation d'une cellule germinative en spermatogonie. Dans la lumière centrale, on voit des produits de sécrétion colorés par l'hématoxyline.

Fig. 11. — Stade des cellules germinatives (*Germ.*) et des spermatogonies d'hiver [ovules mâles] (*Ov. m.*); masses de dégénérescences contre la paroi et, au centre du canalicule, produits de sécrétion.

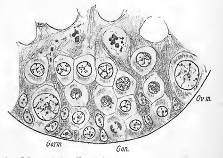


Fig 12. — Stade des cellules germinatives (*Germ.*), des spermatogonies d'été (*Gon.*) et des spermatocytes (*Cyt.*) Deux ovules mâles se voient encore ici; vers le centre du canalicule, éléments cellulaires en dégénérescence. Un des noyaux de spermatogonie est en cinèse. Commencement du remaniement actif des cellules germinatives.

nom de cellules germinatives aux éléments souches, situés contre la paroi même des tubes séminipares et sur lesquels s'édifient les différentes couches cellulaires composant l'épithélium séminifère. Or, en suivant ces éléments pas à pas, depuis la vie embryonnaire jusqu'au premier rut, nous avons pu établir que les cellules germinatives représentent, dans le testicule adulte, la continua-

tion, physiologique tout au moins, des éléments épithéliaux élaborateurs de l'éminence génitale embryonnaire (Voir nº 61). Ces cellules forment d'abord, à elles seules, l'épithélium des tubes séminipares qu'elles remplissent en entier (fig. 10) ; à cette époque elles se divisent par amitose et élaborent des produits de sécrétion graisseux.

Mais bientôt on voit certaines de ces cellules élaborer davantage, puis prendre une forme sphérique qui les a fait comparer à des ovules (*ovules mâles* des auteurs); nous avons vu que c'étaient les premiers éléments séminaux, c'est-à-dire des spermatogonies d'hiver, qui restent infertiles pendant toute la mauvaise saison (fig. 11).

La formation de ces grosses *spermatogonies d'hiver*, ou *spermatogonies oviformes*, fait subir un premier remaniement aux cellules germinatives voisines. Le noyau de celles-ci s'aplatit sur ses faces latérales et montre, sur les coupes, une forme triangulaire à bords plus ou moins incurvés; leur corps cellulaire se trouve également déformé sur les côtés, mais surtout dans sa région centrale, là où se forment les vacuoles de sécrétion.

Au printemps, les nouvelles spermatogonies qui se forment, au lieu d'accumuler des substances grasses dans leur protoplasma, comme pendant l'hiver, se divisent énergiquement, de manière à former les couches successives des cellules séminales (fig. 12 et 13). On comprend que le remaniement dont nous avons parlé plus haut doit aller en s'accentuant au fur et à mesure que s'édifie l'épithélium séminifère de l'adulte, et déterminer ainsi une déformation de plus en plus grande des cellules germinatives. C'est en effet ce qui arrive. Sous l'influence de la multiplication cellulaire qui conduit à cette édification, les noyaux des cellules germinatives se trouvent refoulés contre les parois des tubes séminipares, ou entassés en certains endroits; leurs corps cellulaires, de plus en plus remaniés, semblent perdre leurs limites et former un syncitium. Mais cette perte n'est qu'apparente; ce syncitium, qui paraît bien exister, en effet, n'est que secondaire, car des territoires cellulaires distincts réapparaîtront plus tard, à la suite de la régression automnale de l'épithélium séminifère.

Ides

Cyt

Sert.

Germ.

Gon.

Fig. 43. — Stade des cellules germinatives (*Germ.*) et des cellules de Sertoli (*Sert.*); des spermatogonies (*Gon.*), des spermatocytes (*Cyt.*) et des spermatides (*Ides*).

Ici deux cellules germinatives vont devenir des cellules de Sertoli. La zone des cytes comprend trois des phases d'évolution de ces éléments : transition (en bas), synapsis, puis croissance. En haut, quatre cytes de deuxième ordre, puis zone des spermatides dont quelques-uns sont déjà en voie d'évolution.

Lorsque la spermatogenèse est établie (fig. 14), c'est-à-dire pendant le cours du printemps, les cellules germinatives se divisent peu à peu, mais elles exagèrent leur caractère glandulaire et se montrent alors bourrées de produits de sécrétion, surtout de lécithine. A l'automne, quand la période sexuelle du

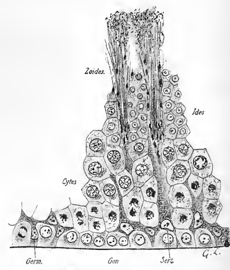


Fig. 14. — Stade des cellules germinatives (*Germ.*) et des cellules de Sertoli (*Sert.*) ; des spermatogonies (*Gon*), des spermatocytes (*Cyt.*) des spermatides (*Ides*) et des spermatozoïdes. Au milieu, cellule de Sertoli en pleine sécrétion (*Sert.*)

Moineau est passée, l'épithélium séminifère entre en régression, et les différentes formes cellulaires de cet épithélium disparaissent pour la plupart. Il ne reste plus que les cellules germinatives qui jouent le rôle d'éléments de réserve pour reformer les spermatogonies fertiles du printemps suivant.

Mais ce n'est pas le seul cas, sans doute, où les cellules germinatives ont l'occasion de remplir ce rôle réparateur. En effet, si l'Oiseau se trouve soumis, pendant un certain temps, à certaines conditions pathologiques, qui amènent un arrêt fonctionnel du testicule (tels, par exemple, qu'un traumatisme ou une diète prolongée), la même régression de l'épithélium séminal se produira, et ce seront encore les cellules germinatives, les seuls éléments cellulaires restants, qui reformeront un nouvel épithélium. Nous n'avons pas fait cette constatation

directement sur le Moineau, mais sur le Chien à la suite d'une diète prolongée.

Jusqu'à nos recherches, les auteurs n'avaient pas signalé, d'une façon explicite, la continuation des cellules de l'épithélium germinatif de l'embryon chez l'adulte. Cette continuation est, en effet, beaucoup plus difficile à suivre chez les Mammifères que chez les Oiseaux, parce que la durée de l'évolution totale du testicule est plus longue chez eux, et parce qu'il n'y a pas tous les ans, comme chez les Oiseaux, retour périodique à un état comparable à celui de l'embryon.

Nous montrons cependant, dans notre travail, que la lecture de certains mémoires, ou mieux encore l'examen des figures qui accompagnent ces mémoires, permettent de retrouver également ce phénomène chez les Mammifères.

2° *La question de la cellule de Sertoli.* — La cellule de Sertoli est un élément jusqu'alors énigmatique de l'épithélium séminifère, dont nous donnons tout l'historique dans les pages 154-161 de notre mémoire. Or, la nature et la signification de cet élément deviennent très faciles à étudier lorsqu'on suit tous les débuts de la spermatogenèse chez le Moineau. Dans ces conditions, nous avons vu que les cellules de Sertoli étaient des cellules germinatives hypertrophiées qui apparaissent au printemps au même titre que les spermatogonies oviformes ou ovules mâles qui apparaissent dans le testicule fœtal ou pendant l'hiver.

Les cellules germinatives ayant elles-mêmes un caractère glandulaire, comme nous l'avons dit plus haut, il est évident que les cellules de Sertoli doivent montrer encore plus nettement ce caractère. Aussi les voit-on, comme tout élément glandulaire à fonctionnement mérocrine, passer périodiquement par trois phases successives, que nous décrivons et figurons dans notre mémoire : phase de progression ou d'élaboration, phase d'état ou de sécrétion, phase de régression. C'est dans la seconde phase que la cellule de Sertoli montre la forme classique d'une colonne protoplasmique nucléée à la base, et portant à son sommet un faisceau de spermatozoïdes ; c'est dans cette phase également qu'on peut mettre le plus facilement en évidence quelques-uns au moins de ses produits de sécrétion ; dans ces produits, en dehors des graisses neutres que les auteurs y avaient trouvé, nous avons pu mettre en évidence des graisses phosphorées (fig. 15 et 16); de plus, la coloration au bleu de Unna et la méthode de Golgi nous ont donné des aspects qui semblent indiquer que la colonne sertolienne est imprégnée d'un produit de sécrétion liquide.

3° *La transformation des spermatides en spermatozoïdes.* — L'étude de la spermatogénèse du moineau nous montre combien certains manuels classiques sont peu précis quand ils décrivent la formation des spermatozoïdes. Soumis encore, en effet, aux idées weismanniennes, les auteurs de ces manuels semblent croire que tout réside dans la division réductrice des spermatocytes. « Les spermatides, une fois formés, renferment, disent-ils, ce qui sera essentiel pour la fécondation : ils n'ont plus qu'à s'allonger et à se différencier morphologiquement. »

En réalité, nous avons vu que les phénomènes qui transforment les spermatides en spermatozoïdes sont plus compliqués.

Les spermatides sont tout d'abord des éléments à vie active, pouvant se nourrir directement dans le milieu ambiant, puisqu'on les voit élaborer, dans leur protoplasma, certains produits de sécrétion. Or, sous l'influence de causes que nous avons essayé de déterminer, ils subissent des transformations complexes qui en font des éléments à vie ralentie, pouvant rester longtemps sans prendre de nourriture, c'est-à-dire des spermatozoïdes.

La transformation de chaque spermatide en spermatozoïde peut se diviser en deux périodes :

a) La première période comprend surtout des phénomènes cytoplasmiques.

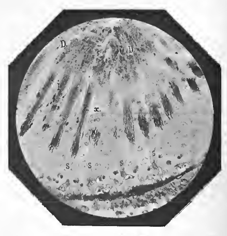


Fig. 15. — Photographie directe d'une portion d'épithélium séminifère de Moineau.

S. Cellules de Sertoli montrant à leur base le produit de sécrétion figuré qu'elles élaborent. — L. Faisceaux de spermatozoïdes. — D. Zone des détritus remplissant la lumière des tubes séminipares.

Il se forme d'abord, dans l'archoplasma, une vésicule claire qui vient s'appliquer sur l'un des pôles du noyau ; puis les centrosomes vont se placer au pôle opposé qui sera le point d'attache de la queue du futur spermatozoïde ; enfin la partie périphérique du corps cellulaire des spermatides se liquéfie.

Cette première période se termine ainsi, par la formation d'un petit organite présentant déjà la symétrie du spermatozoïde et qu'on peut appeler, avec les auteurs, *spermatosome*.

b) La deuxième période suit immédiatement la précédente. Elle débute par l'orientation de ces spermatosomes, orientation qui se fait toujours de manière

à diriger la tête du spermatosome vers la colonne sertolienne correspondante.

Cette période comprend des phénomènes purement morphologiques et des actions physico-chimiques.

Dans les premiers se rangent : l'allongement de la vésicule archoplasmique en armature céphalique du spermatozoïde; la transformation du noyau des spermatides en tête spiralée de spermatozoïde ; l'apparition, autour des centrosomes, d'une substance chromatique diffuse qui forme manchon autour du

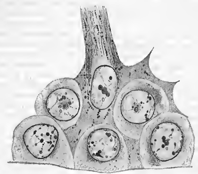


Fig. 46. — Base d'une des cellules de Sertoli de la figure précédente, vue à un plus fort grossissement.

filament caudal, etc. Ces phénomènes physiques ont pour résultat de transformer une cellule sphérique en un élément flagellé, allongé et pointu, propre à s'enfoncer plus facilement dans l'œuf.

Les phénomènes physico-chimiques consistent surtout en une déshydratation du noyau et du corps cellulaire, suivie ou accompagnée d'un changement dans le chimisme de la chromatine nucléaire des spermatides.

La déshydratation du noyau est reconnue directement, sous le microscope, par l'excrétion du suc nucléaire qui transforme peu à peu le noyau vésiculeux de la spermatide en une masse chromatique compacte et rétrécie, à laquelle on va donner le nom de *tête*. Cette déshydratation est encore montrée d'une façon indirecte par la manière dont se comportent les spermatozoïdes quand on les rehydrate.

On sait, en effet, que les spermatozoïdes de tous les animaux ne font aucun mouvement quand on les prend dans le testicule ou même dans le canal déférent. Mais si on les met en contact avec l'humeur aqueuse de l'œil, ou, plus simplement encore, avec la solution physiologique de sel, on peut les voir immédiatement remuer. De même, à l'état normal, les spermatozoïdes ne deviennent mobiles que lorsqu'ils ont pu s'hydrater, soit dans la sécrétion des

glandes annexes des canaux déférents, comme chez les Mammifères, soit seulement dans les liquides du cloaque et de l'oviducte, comme chez les Oiseaux, soit encore lorsqu'ils sont versés directement dans l'eau, comme c'est le cas pour les animaux aquatiques.

Du reste, il est facile d'observer directement l'effet de l'eau sur les spermatozoïdes. Ce liquide les tue, dit-on; c'est vrai, mais il le fait, comme l'oxygène pur tue les petits oiseaux, dans les expériences de cours, c'est-à-dire en les épuisant par une activité trop grande. Quand on ajoute une goutte d'eau ordinaire à une préparation de sperme éjaculé, on voit presque immédiatement cette eau déterminer une accélération tumultueuse des mouvements des spermatozoïdes; ils s'entremêlent confusément, les ondulations de leurs queues se succèdent beaucoup plus rapidement; bientôt ils s'épuisent et meurent dans un état de contraction qui a frappé de tout temps les observateurs.

Cette mort est bien survenue par suite d'une hydratation trop grande. En effet, si on retire à temps cet excès d'eau, en ajoutant à la préparation une solution saturée de sucre, d'albumine ou de sel de cuisine, par exemple, on peut ranimer les spermatozoïdes et les voir se mouvoir comme auparavant.

Le changement de chimisme qui suit ou accompagne la déshydratation du noyau de la spermatide, peut être suivi également au microscope. Nous l'avons décrit en ces termes dans notre mémoire :

Au fur et à mesure que le noyau se vide, on voit se former, dans son intérieur, une nouvelle substance qui envahit uniformément toutes ses parties. Cette substance est chromatique; elle se colore généralement de la même façon que la chromatine ordinaire des noyaux, ce qui a fait identifier le plus souvent les deux substances. Mais l'identité n'est pas réelle, l'ancienne chromatine est figurée et se colore par les substances basiques; au contraire, la nouvelle est amorphe et surtout acidophile, du moins à sa naissance.

C'est ce que l'on peut voir en colorant une coupe par le magenta indigopicrique (méthode de Podwizowski), par exemple. Au début de son évolution, le noyau de la jeune spermatide se colore uniformément en rouge pâle, avec une très petite quantité de chromatine rouge foncé au centre. Cet aspect se continue pendant toute la première phase, mais la quantité de chromatine augmente beaucoup alors dans le noyau.

Dans le cours de la deuxième phase, au contraire, on voit la coloration du noyau devenir orangée, puis de plus en plus jaune, de sorte qu'à la fin, ce noyau, devenu tête de spermie, présente une couleur jaune vif qui tranche fortement sur les autres parties restées rouges ou incolores.

La nouvelle substance qui va composer désormais cette tête peut être encore reconnue par d'autres moyens. Par exemple, elle fixe très énergiquement l'hématoxyline au fer employée avec les acides sulfurique et nitrique, d'après la méthode de Benda; quand tous les autres noyaux sont décolorés, les têtes de spermatozoïdes gardent toujours leur coloration noire intense. Au contraire, par la méthode de Gram (violet de gentiane et éosine), la nouvelle chromatine se colore beaucoup moins en violet que la chromatine ordinaire; par contre, elle fixe davantage l'éosine.

Cette chromatine nouvelle, que nous venons de voir se former dans la tête du jeune spermatozoïde, est-elle la substance fécondante définitive? Nous ne saurions le dire, car nous n'avons pas examiné de spermatozoïde en dehors du testicule. Quoi qu'il en soit, un fait se dégage de cette observation, c'est que la chromatine (pour garder ce nom consacré par l'usage) subit, pendant la vie des spermatides, des modifications profondes qui en font probablement des substances différentes; il n'est donc pas exact de dire que la maturation des éléments mâles est terminée après la phase de réduction; il n'est pas plus vrai de considérer la formation de la tête du spermatozoïde comme une simple condensation de la chromatine des spermatides.

Ce changement de chimisme, qui suit la déshydratation du noyau et qui caractérise probablement la maturation du spermatozoïde, est une notion nouvelle. Au contraire, les modifications morphologiques, qui se continuent pendant la deuxième phase, ne font que confirmer les récentes recherches faites chez les mammifères.

Mais, sous quelle influence se fait la transformation de toutes les spermatides qui composent un même groupe, quel est l'agent qui déshydrate les noyaux et ordonne leur allongement toujours dans le même sens? comment enfin les spermatozoïdes en formation arrivent-ils à former des faisceaux? ce sont autant de questions que les auteurs avaient jusqu'ici laissées de côté et que nous avons été amené à résoudre, croyons-nous, en portant notre attention, non plus sur l'évolution d'une seule spermatide, prise en particulier, comme on l'avait fait jusqu'ici, mais sur celle de toutes les spermatides composant un même groupe.

4° *Causes qui déterminent actuellement la transformation des spermatides et la fasciculation des spermatozoïdes.* — En étudiant attentivement et corrélativement les phénomènes de la spermatogénèse, nous n'avons pas tardé à être frappé des concordances qui existent entre les différentes phases de l'activité secrétante de l'épithélium basal et celles de la transformation des spermatides.

Considérées donc dans leur ensemble, on remarque d'abord que la première phase de transformation des spermatides d'un même groupe se fait d'une façon désordonnée. Dans certaines spermatides, les centrosomes vont se placer du côté de la lumière centrale; dans d'autres, ils se tournent vers la paroi du tube séminipare, ou bien encore, ils restent à droite ou à gauche du noyau.

A la fin de cette première phase, les jeunes spermatosomes formés présentent donc toutes les directions possibles. Et, si l'évolution se continuait de cette façon, on assisterait à la formation, non plus d'un faisceau, mais à celle d'un réseau compliqué, d'où les spermatozoïdes mûrs ne pourraient se dégager que difficilement quand il s'agirait d'aller féconder les ovules.

La deuxième phase commence par la liquéfaction de la partie périphérique du corps cellulaire des spermatides. Cette liquéfaction libère, en quelque sorte, les spermatosomes qui tournent sur eux-mêmes, en dirigeant l'extrémité où est la sphère vers la paroi du tube séminipare. On voit alors l'excrétion du suc nucléaire se faire de plus en plus vite, de sorte que l'évolution des spermies va beaucoup plus rapidement dans la deuxième phase que dans la première. Tous les spermatosomes font le même mouvement, tous prennent

la même direction qu'ils garderont dorénavant jusqu'à la fin, tous enfin versent leur suc nucléaire du même côté ; ils doivent donc subir, à partir de ce moment, l'influence d'une force commune, extérieure à eux. Cette force ne peut être attribuée ici, il nous semble, qu'à une action chimique due à une activité cellulaire spéciale. Or, si l'on suit la direction uniforme des spermatosomes, on tombe toujours sur une cellule Sertoli commençant à sécréter. Dès lors, tout marche parallèlement dans l'évolution de ces deux ordres d'éléments, si différents l'un de l'autre au point de vue morphologique. Plus la cellule de Sertoli croît, plus s'avance la formation du faisceau de spermatozoïdes correspondant; plus la sécrétion sertolienne augmente, plus s'allongent vers elles les têtes des spermatozoïdes.

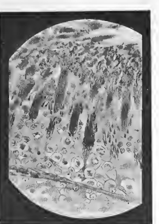


Fig. 17. — Photographie d'une portion d'épithélium séminifère du Moineau montrant en quelques points le début de la fasciculation des spermatozoïdes.

Le mode de formation du faisceau, lui-même, répond bien à cette action attractive et directrice que nous reconnaissons à la cellule de Sertoli. En effet, les premiers spermatosomes qui se transforment en spermatozoïdes sont ceux situés au centre du faisceau, c'est-à-dire ceux qui sont le plus directement sous l'influence sertolienne; au contraire, les spermatosomes les plus éloignés n'arrivent pas toujours à se transformer, de sorte qu'un faisceau de spermatozoïdes est presque toujours entouré de ces éléments avortés. De plus, l'attraction sertolienne est encore rendue manifeste par l'aspect même du faisceau en formation (fig. 17) dont toutes les têtes convergent vers un même point (le noyau de la cellule de Sertoli) et dont toutes les queues vont parfois en divergeant, à droite et à gauche, comme les branches d'un éventail.

Si nous ajoutons enfin que, très souvent, on voit des spermatozoïdes s'enfoncer dans le corps même de la cellule de Sertoli et aller atteindre la région de sécrétion qui entoure le noyau de cet élément; si nous remarquons, d'autre part, que le noyau de la cellule de Sertoli lui-même montre, par sa situation et par sa forme, une tendance manifeste à s'élever vers les spermatozoïdes qui sont au-dessus de lui, nous pourrons conclure, sans hésitation, pensons-nous, que la cellule de Sertoli joue un rôle capital dans la constitution définitive des spermatozoïdes. Cette cellule élabore, périodiquement, certaines substances qui agissent en attirant vers elles les jeunes spermatozoïdes en voie de formation, déterminant

l'allongement si caractéristique de leur tête, et arrivent à les grouper en faisceaux distincts les uns des autres. Enfin, en déshydratant les spermatozoïdes, la cellule de Sertoli met ces éléments en état d'anhydrobiose, ou de vie latente, propre à l'attente que doivent subir ces éléments avant de pouvoir remplir leur fonction.

Sans vouloir nous arrêter ici sur les déductions théoriques qui peuvent découler de ces constatations nouvelles, nous devons faire remarquer toutefois que la cellule de Sertoli, en groupant les spermatozoïdes à son sommet, joue un rôle analogue à celui de l'ovule au moment de la fécondation. Dans les deux cas, en effet, il y a attraction, à distance, d'éléments libres vers un seul élément relativement fixe. Mais les effets de ces deux sortes d'attractions ne sont pas les mêmes. Ici il y a déshydratation du spermatozoïde; dans l'œuf, au contraire, il y aura rehydratation du même élément. Le rôle de la cellule de Sertoli, ou plus exactement des sécrétions chimiques du testicule, ne nous en apparaît que plus important, puisqu'il prépare et détermine ainsi, par avance, le phénomène préliminaire de la fécondation, c'est-à-dire la marche du spermatozoïde vers l'œuf.

Références. — Prix Godard, décerné par l'Académie des sciences en 1902 (V. *Compte rendus*, t. 135, p. 1216. — Mosselman et Rubay, *Archiv. méd. vétér. de Bruxelles*, 1902. — Laulanié, *Éléments de physiologie*, Paris, 1902, 1re éd. p. 1010; 1905, 2e éd., p. 1135 et 1136. — L. Brugnon et N. Popoff. La spermatogenèse du lombric terrestre. *Arch. Zool. expér. et génér.*, 1905, III, p. 583.
W. Waldeyer. Die Geschlechtszellen, in *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig, 1er vol., Iena, 1903, p. 457.

44. — La fasciculation des spermatozoïdes dans le testicule.

(Nouvelles recherches. *C. R. Associat. des Anatom.*, 1905 — *Journ. Anat. et Physiol.* 1906).

Lorsqu'en 1901 nous communiquâmes, pour la première fois, le résultat de nos observations sur la disposition en faisceaux des spermatozoïdes dans le testicule du Moineau, nous fûmes heureux d'apprendre alors qu'un auteur suédois, Broman, venait de décrire les mêmes phénoménes d'attraction des spermatozoïdes chez les Sélaciens. Depuis, en 1902, deux belges, Mosselman et Rubay vinrent confirmer nos idées en retrouvant les mêmes faits dans la spermatogenèse du cheval. Nous avons voulu cependant poursuivre encore ces recherches, en étudiant la manière dont se fait la fasciculation des spermatozoïdes chez le Rat, le Cobaye, l'Écureuil, le Serin (fig. 18), la Tortue et le Gecko. Partout nous retrouvons les mêmes phénoménes que nous avions observés chez le Moineau.

D'abord tous les organites : noyau, centrosomes, vésicule archoplasmique qui composent l'organisme des jeunes spermatides, se meuvent, à un certain moment, de manière à s'orienter tous vers l'épithélium basal des canalicules séminifères. Ensuite, on constate que, dans ce même moment, cet épithélium et principalement les cellules de Sertoli, élaborent en abondance des substances chimiques : graisses, lécithines, lipochromes, albuminoïdes.

Connaissant la sensibilité si grande des spermatozoïdes pour certaines substances chimiques, il nous semble impossible de ne pas rapprocher ces deux ordres de faits et de ne pas vouloir voir, dans les phénomènes de chimiotaxie, un des principaux facteurs de la fasciculation des spermatozoïdes.

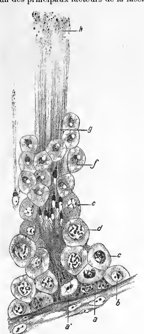


Fig. 18. — Testicule de Serin. Groupe de spermatides (*f*) entourant un faisceau de jeunes spermies (*g*).

L'observation a montré encore, du reste, que ces éléments sont également sensibles à d'autres taxies, telles que l'attraction déterminée par le contact des surfaces. Nous décrivons, à l'appui de cette idée, une série d'expériences nouvelles qui montrent que les spermatozoïdes tendent, en particulier, à s'attirer et à s'accoler les uns contre les autres. Si on délaie, par exemple, du sperme frais de Cobaye dans de l'eau salée à 10 pour 100, on voit que les spermatozoïdes nagent d'abord isolément, se rencontrant et se quittant d'abord avec facilité. Mais si on attend quelque temps à l'air libre, après qu'un certain degré de concentration s'est opéré dans le liquide, on les voit se grouper et s'accoler entre eux. Ces phénomènes sont beaucoup plus frappants encore avec les spermatozoïdes de Tortue qui peuvent vivre dix heures au moins dans les conditions sus-indiquées. Si, au bout de trois ou quatre heures, on examine au microscope une goutte de cette eau spermatisée, on remarque que tous les spermatozoïdes se sont groupés en masses sphériques, portant toutes les têtes au centre et toutes les queues à la périphérie. Il en résulte la formation de *morules spermatiques* en tout semblables à celles qui se forment normalement dans la spermatogenèse de beaucoup d'Invertébrés.

Cet accolement des têtes de spermatozoïdes peut encore être déterminé, du reste, par la formation de substances agglutinantes telles qu'on voit nombre d'organismes unicellulaires en produire. Et il est probable que de telles substances se forment également dans le testicule lui-même lors de la formation des spermies. En effet l'accolement des spermatozoïdes s'est formé, dans notre expérience, lorsque le liquide salé, en se concentrant, a dû produire des courants exosmotiques dans la tête des spermatozoïdes. Or, nous avons montré

dans un mémoire précédent (nº 45) que les noyaux des spermatides, en devenant têtes de spermatozoïdes, expulsaient une partie de leur suc nucléaire, c'est-à-dire subissaient une véritable déshydratation.

Il est possible du reste, que d'autres tactismes se produisent, pendant la formation des spermatozoïdes, tels, par exemple, que des phénomènes de rhéotaxie et de thigmotaxie dont nous avons parlé dans notre mémoire (nº 45).

D'un autre côté, nous avons montré que la sécrétion des cellules germinatives et des cellules de Sertoli était une des formes histiques des sécrétions internes du testicule. Et les physiologistes nous apprennent que cette sécrétion joue, dans l'organisme, le rôle d'un stimulant énergique des échanges et des oxydations cellulaires.

Or, si la sécrétion interne du testicule va ainsi exciter les cellules somatiques éloignées, à plus forte raison doit-elle agir sur les cellules de l'épithélium séminifère qui, elles, sont directement soumises à son action. C'est par là, probablement, qu'il faut expliquer les cinèses successives et les phénomènes si compliqués qui caractérisent la vie des cellules composant cet épithélium.

45. — Influence de la néphrectomie snr la spermatogenèse.

(*C. R. Société de Biologie*, 1901, p. 835).

Un Chien braque, adulte, de forte taille, fut néphrectomisé du côté gauche au mois de juin dernier. La plaie se cicatrisa parfaitement et le chien continua à vivre sans qu'il parut souffrir de l'absence de son rein. Trente-cinq jours après l'opération, je le fis tuer et j'enlevai ses testicules qui ne présentaient aucune trace d'atrophie.

A l'examen microscopique du testicule gauche, traité au préalable par le liquide de Flemming, je trouvai tous les espaces intercanaliculaires bourrés de granulations sphériques, colorées en noir intense et solubles dans le chloroforme : c'était à peu près exclusivement dans le corps protoplasmique des cellules interstitielles que ces granulations étaient contenues. Dans les mêmes régions un certain nombre de vaisseaux montraient les caractères d'une légère inflammation chronique.

A l'intérieur des canalicules séminifères se trouvaient les mêmes granulations noires, en moins grand nombre toutefois et avec la répartition suivante : très nombreuses dans la zone de transformation de l'épithélium séminifère, c'est-à-dire au niveau des spermatides et des spermatozoïdes, ces granulations étaient plus rares dans la zone de croissance (spermatocytes) et ne se trouvaient plus qu en très petite quantité dans la zone de multiplication (spermatogonies).

Ces granulations étaient contenues dans les corps cellulaires. Quant aux noyaux, ils paraissaient bien vivants, et la spermatogenèse semblait se faire comme à l'état normal, dans la plupart des canalicules.

Référence : W. Waldeyer. Die Geschlechstzellen in *Handbuch*, cité nº 40, p. 440.

46. — Influence du jeûne sur la spermatogenèse.
(*C. R. Société de Biologie*, 1901, p. 836).

Un Chien de berger, adulte et paraissant en bonne santé, fut soumis au régime exclusif de l'eau de Seine pendant vingt-six jours. Au bout de ce temps le chien était très amaigri et pouvait à peine marcher. Ses testicules, qui présentaient leur volume normal, furent examinés au microscope après fixation au liquide de Flemming.

La spermatogenèse était complètement arrêtée, et, dans la plupart des canalicules séminifères, l'épithélium était en voie de régression plus ou moins avancée. Dans quelques canalicules, on voyait encore des spermatosomes arrêtés dans leur évolution; dans d'autres, l'épithélium était limité, en dedans, par des spermatocytes au stade de synapsis; enfin, dans un grand nombre, on ne trouvait plus que des spermatogonies ou même seulement des noyaux de Sertoli, plongés dans le plasmode sertolien. Aucun canalicule n'était privé complètement de son épithélium.

Quelques granulations de graisse se trouvaient éparses dans l'épithélium de quelques canalicules; mais, dans les espaces intercanaliculaires, elles bourraient littéralement le corps protoplasmique des cellules interstitielles.

Ces phénomènes rappellent tout à fait la phase de métaspermatogenèse que nous avons décrite chez les Oiseaux et qui existe, probablement aussi, chez les Mammifères hibernants, pendant l'hiver. Dans les deux cas : pathologique et physiologique, l'épithélium séminifère tend à se réduire à une seule forme histique, celle connue sous le nom de cellule de Sertoli. A la suite de la métaspermatogenèse des Oiseaux, c'est-à-dire à la fin de l'hiver, les noyaux de Sertoli entrent de nouveau en activité pour reformer l'épithélium séminifère. Il est bien probable qu'il en aurait été de même, si notre chien avait été replacé dans des conditions normales.

Références : F. Laulanié. *Éléments de Physiologie*. Paris, 2e édit., 1905, p. 1136.
W. Waldeyer. Die Geschlechtszellen in *Handbuch*, cité n° 40, p. 440.

47. — Périodicité et précocité sexuelles chez l'Homme.
(*C. R. Académie des Sciences*, octobre 1900. — *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1903).

Dans ce travail, qui n'est autre qu'une leçon d'ouverture de notre cours libre d'embryogénie, nous donnons d'abord une idée générale du développement de la fonction spermatogénétique. Nous montrons comment les idées des biologistes se sont modifiées peu à peu sur ce sujet, et nous résumons, dans trois schémas, les trois manières différentes dont a été conçu le développement du testicule et de sa fonction.

Dès le début des recherches histologiques, on reconnut les trois grandes périodes de ce développement : 1° une période embryonnaire qui comprend la formation de l'épithélium germinatif aux dépens de l'épithélium cœlômique; 2° une deuxième période pendant laquelle le testicule se constitue et qui

s'étend jusqu'à la puberté; 3° la période adulte qui commence au moment de l'apparition des spermatozoïdes dans le liquide séminal.

On voit que les variations des histologistes n'ont guère porté jusqu'ici que sur la deuxième phase du développement, mais on remarque en même temps que ces variations ont été amenées, tout naturellement, par la complexité des phenomènes nouveaux que des recherches plus approfondies faisaient découvrir.

Avec les idées anciennes cette seconde période était très simple. Elle commençait par un épaississement de l'épithélium germinatif, épaississement dû à la formation des ovules mâles; ces ovules dégénéraient bientôt, de sorte que la courbe, à peine élevée, allait peu à peu en s'abaissant pour retomber à sa hauteur primitive à la fin de la période.

Avec Prenant nous voyons la courbe s'élever brusquement, un peu avant la fin de la période; c'est l'époque de la *Préspermatogenèse* de Prenant pendant laquelle le tube séminipare essaie ses forces, pour ainsi dire, avant d'arriver à la période adulte.

Enfin nos propres recherches montrent que cette sorte de crise, découverte par Prenant, n'est en réalité que la dernière d'une série de crises plus ou moins semblables et plus ou moins nombreuses, qui ont agité l'épithélium séminifère depuis le moment où sont apparues, dans son intérieur, les premières spermatogonies.

Ce sont les dernières de ces crises qui s'accompagnent d'une sécrétion interne du testicule et dont le retentissement sur l'organisme de l'individu mâle, détermine l'apparition des caractères sexuels secondaires : productions cutanées plus développées ou spéciales aux mâles, force musculaire plus grande, modifications de la voix ou du chant, couleurs plus vives, brosses copulatrices, etc.

Quant aux modifications tératologiques de ce développement : précocité et périodicité sexuelles dans l'espèce humaine, elles peuvent s'expliquer de la façon suivante.

Supposons que l'une des crises préspermatogénétiques aille plus loin qu'elle ne doit aller normalement : nous aurons un cas de précocité sexuelle, cas qui rentre dans le phénomène d'ordre plus général décrit par M. Giard, sous le nom de *progenèse*.

Au contraire, si la spermatogenèse permanente n'arrive pas à s'établir, si l'état fœtal du canalicule séminifère persiste après la puberté, nous aurons alors un cas de périodicité sexuelle; ce sera donc, tout simplement, un arrêt dans le développement de la fonction spermatogénétique chez l'homme. Nous ne donnons là évidemment, de ces faits, qu'une explication approchée, car il reste toujours à déterminer sous quelles influences ils peuvent se manifester.

Mais, en ce qui concerne la périodicité sexuelle, nous pensons que ce phénomène est un fait général pour le mâle comme pour la femelle. Et si elle ne paraît pas exister chez l'homme, comme chez la plupart des autres Mammifères, cela doit tenir à des adaptations secondaires dues aux conditions de milieu spéciales dans lesquelles il vit.

CHAPITRE IV

ZOOLOGIE ET ANATOMIE COMPARÉE

48. — Action des substances colorantes sur quelques Protozoaires à l'état vivant.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 224.)

Ces premières recherches ont été faites, incidemment pour ainsi dire, en même temps que nous faisions des recherches analogues sur les Éponges vivantes.

Elles nous ont montré, tout d'abord que *Glaucoma scintillans* et *Stylonichia mytilus* se comportent exactement comme les Spongilles en présence d'un mélange de rouge neutre, de bleu de ciel et de bleu de méthylène. Ces Infusoires font un choix parmi ces colorants et n'absorbent exclusivement que du rouge neutre.

D'autre part, *Stylonichia mytilus* nous a montré, avec le rouge congo, des phénomènes tout particuliers que nous résumons ici. Au mois de novembre 1897, nous versons une faible solution de rouge dans un cristallisoir contenant une Spongille vivante et des Stylonichies venant les unes et les autres de la rivière de l'Orge, près de Paris.

Dés le lendemain, mais surtout le troisième jour, nous observons que beaucoup de Stylonichies renferment, à côté de vacuoles incolores, d'autres vacuoles colorées les unes en rouge congo, d'autres en violet, d'autres encore en bleu azur. Dans l'intérieur des vacuoles colorées, on peut distinguer parfois, à un fort grossissement, un certain nombre de petits corpuscules sphériques dont la coloration est plus accentuée. Enfin, on voit encore, au milieu même des granulations protoplasmiques, un grand nombre de petites masses transparentes colorées en bleu, semblables aux corpuscules intravacuolaires et qui sont probablement de très fines vacuoles. Le quatrième jour, ces dernières se trouvent accumulées à la partie postérieure du corps des Stylonichies où leur ensemble forme une tache en forme de croissant, de couleur sombre, bleu violacé.

Connaissant la propriété du rouge congo de virer au bleu en présence des acides, nous devions penser ici à la présence de substances acides dans celles des vacuoles digestives qui nous montraient la coloration bleue. Et, en effet, il suffit alors d'écraser doucement ces Infusoires pour voir le contenu des vacuoles bleues reprendre la coloration rouge ordinaire du congo, aussitôt que l'eau extérieure a pu pénétrer dans le corps de l'Infusoire.

Nous avons observé ces cultures pendant plus de dix jours sans que le nombre des Infusoires ait jamais paru diminuer. A la surface du liquide, la plupart des Infusoires n'avaient pas d'enclaves colorées à leur intérieur. C'était surtout dans la

profondeur du vase, au voisinage du morceau d'éponge, que nous trouvions les Infusoires chargés de vacuoles rouges ou bleues. Nous n'avons jamais vu, à ce moment, de coloration particulière dans le liquide rejeté par les vacuoles contractiles. Puis nous cessons notre observation, laissant les Infusoires dans le même cristallisoir, sans y toucher, jusqu'au mois de février suivant. A ce moment, nous redonnons du rouge congo à nos Stylonychies; ce rouge passe encore bien dans les vacuoles digestives, en même temps que les particules alimentaires, mais il ne vire plus au bleu; cependant, après cinq ou six jours d'attente, il prend une teinte de carmin légérement violacé.

A l'époque où nous avons fait cette expérience, notre attention était attirée sur un tout autre sujet; c'est pourquoi nous n'avons pas cherché à voir si ces individus étaient en puissance de conjugaison. Les circonstances dans lesquelles nous les avons gardés nous permettent de penser, cependant, qu'ils devaient être en état de sénescence; dans tous les cas, le rouge congo nous montre que, chez eux, les vacuoles digestives formaient un acide beaucoup plus faible ou beaucoup moins abondant qu'au moment où les Stylonichies venaient d'être retirées de leur milieu normal, la rivière.

49. — Expériences sur la conjugaison des Infusoires.

(*C. R. Société de Biologie*, 1903 et *Zoologis. Anz.* 1903, p. 484.)

Désirant appliquer à l'étude de la conjugaison des Infusoires les méthodes récentes de fécondation artificielle des œufs d'Oursin, nous avons commencé, en septembre 1902, à faire des cultures de Paramécies, de Stylonichies et de Vorticelles. Nous avons abandonné ces cultures pendant quatre mois, à l'abri de l'air et sans renouveler leurs eaux; puis, modifiant un peu la méthode préconisée par Maupas, nous avons placé les Paramécies dans des gouttelettes suspendues au-dessus de chambres humides. Quelques jours après, nous observions que beaucoup de ces Paramécies étaient en conjugaison. Les prenant alors dans les premières heures de leur accouplement, c'est-à-dire au stade A de Maupas, nous portons la goutte les contenant, au-dessus d'une petite cuvette, creusée dans une lame de verre et renfermant la substance chimique à expérimenter : eau de source filtrée et solution faible de chlorure de sodium.

Le mélange étant opéré, nous suivons au microscope la destinée des couples conjugués vivant dans ce nouveau milieu. Or, dans ces conditions, nous avons toujours vu les couples se séparer au bout de quelque temps, sans s'être conjugés, puis chaque conjoint mener une vie indépendante, grossir comme un individu normal et se multiplier activement les jours suivants.

Nous aurions continué ces expériences, si Calkins n'avait publié, à ce moment, les résultats d'expériences semblables qu'il avait commencées bien avant nous. Nous venions du reste montrer avec lui : 1° *Qu'une réjuvénescence artificielle peut être obtenue facilement*; 2° *Que les échanges nucléaires, entre*

deux individus conjugués, n'ont pas l'importance essentielle et exclusive qu'on leur a attribuée jusqu'ici.

Les substances chimiques qui amènent cette réjuvénescence artificielle agissent, soit en modifiant le milieu externe dans lequel vivent les Infusoires, soit en influençant directement le milieu interne, c'est-à-dire le protoplasma lui-même. Dans ce dernier cas, on ne peut pas dire que cette action consiste à empêcher l'expulsion des substances protoplasmiques spéciales, expulsion qui rendrait le reste du corps protoplasmique incapable d'assimiler et caractériserait l'état de maturité sexuelle. En effet, les infusoires que nous avions expérimentés étaient certainement mûrs, puisque nous attendions que la conjugaison ait commencé pour faire agir l'eau ou le chlorure de sodium.

50. — Les Fibres des Reniera.

(*C. R. Société de Biologie*, 1897, 1898 et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 1.

Ces recherches ont été faites à la station zoologique de Saint-Hélier, à Jersey; elles ont eu pour but de compléter nos études sur l'Histogenèse des fibres élastiques des Vertébrés (75) en étudiant l'origine et la nature de certaines fibres ou fibrilles élastiques que l'on trouve dans quelques Éponges (fig. 1 et 3).

« Chez les Chalininæ, dit E. Topsent, ces fibrilles prennent naissance dans des cellules sphéruleuses qui se disposent en chapelets. Découverts par O. Schmidt, revus par Ch. Barrois, ces éléments avaient fait de ma part l'objet d'une étude incomplète, dont M. Loisel comble les lacunes. A l'aide du rouge congo, agissant sur des Éponges vivantes, puis, après fixation, avec le réactif de Millon, avec le violet de gentiane et avec le bleu de quinoléine, il a réussi à mettre en évidence le noyau, que j'avais cherché en vain, des cellules sphéruleuses productrices d'un segment de fibrille. Il a montré, par une série de réactions, que les fibrilles sont composées d'une variété de spongine peu différente de celle qui unit les spicules entre eux. Il a réparé enfin une omission de ma part, en déclarant que les fibrilles, définitivement constituées, deviennent libres peu à peu par désagrégation des cellules sphéruleuses dont elles tirent leur origine. » Topsent. — De la digestion chez les Éponges, *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 1898.

Ces recherches ont porté sur *Reniera elegans* (Bow) et sur *Reniera ingalli* (Bow). En voici le résumé :

1° Les fibres de *Ren. eleg.* et de *Ren. ing.* présentent la même résistance aux agents chimiques et se colorent de la même façon que la spongine qui entoure l'extrémité des spicules de ces Éponges.

2° La substance de ces fibres apparaît sous la forme d'une petite sphère brillante dans l'intérieur de certaines cellules sphéruleuses que l'on peut désigner, à cause de cela, sous le nom de *spongoblastes*, employé pour la première fois par Schulze.

3° Dans certaines régions du corps, les spongoblastes sont isolés comme les autres cellules sphéruleuses, mais, dans d'autres régions, elles se groupent en amas irréguliers (fig. 6, *a*), puis se disposent en files continues comme les grains d'un chapelet ou les perles d'un collier (*b*).

Le corps de ces spongoblastes présente, à la périphérie, un grand nombre de sphérules qui forment une sorte d'enveloppe opaque à la partie centrale; celle-ci est occupée par une substance demi-fluide, plus ou moins finement granuleuse, contractile, et dans laquelle se trouve le noyau de la cellule.

C'est au centre même de la cellule, à côté du noyau, que l'on voit apparaître la spongine, sous la forme d'une petite sphère très réfringente. Cette formation de spongine grossit peu à peu et rejette le noyau de côté pour prendre sa place, mais comme cette croissance se fait toujours dans la même direction, on trouve bientôt, dans chaque spongoblaste, une sorte de bâtonnet situé dans l'axe même du chapelet.

L'accroissement des bâtonnets se continuant toujours dans le même sens longitudinal, les bâtonnets de deux cellules contiguës finissent par se rencontrer et par se souder. Cette soudure n'est pas directe; elle se fait par le moyen d'une substance peu résistante aux acides et aux alcalis et qui provient de la transformation du corps cellulaire compris entre deux bâtonnets juxtaposés.

L'ensemble des bâtonnets qui occupent l'axe d'un chapelet forme donc maintenant une chaînette dont chaque chaînon est le produit de l'activité formatrice d'une seule et même cellule.

4° Tels sont les éléments que l'on rencontre le plus souvent dans le corps de l'Éponge, surtout à l'extrémité des bourgeons. Mais cette évolution ne s'arrête pas là et l'on peut trouver, dans des parties plus âgées, à côté des chapelets précédents, d'autres formations présentant une évolution plus avancée.

Bientôt, en effet, les spongoblastes, qui étaient d'abord sphériques, s'allongent suivant l'axe du chapelet et prennent la forme d'un fuseau. Chacun des bâtonnets qu'ils renferment s'allonge également dans le même sens et semble subir, par là même, une sorte d'étirement longitudinal. C'est ainsi que chaque chaînette prend peu à peu l'aspect d'une fibre segmentée.

Cet allongement se poursuivant, les spongoblastes se fusionnent par leurs extrémités, de manière à former un manchon protoplasmique continu autour des fibres; celles-ci s'allongent également et deviennent aussi de plus en plus minces. Ainsi des éléments qui présentaient d'abord une épaisseur de 2 μ arrivent finalement à n'être plus que des fibrilles à peine mensurables et à segmentation invisible.

5° Mais, pendant ce temps, les spongoblastes ont changé de forme et de constitution. En s'allongeant et en se fusionnant, ils se sont débarrassés peu à peu de leurs sphérules qui tombent dans la substance fondamentale; aussi ne trouve-t-on plus bientôt, autour des fibres ou des fibrilles, que la partie demi-liquide du corps cellulaire avec le noyau.

6° Enfin, dans un dernier stade, ce protoplasma demi-liquide abandonne lui-même les fibrilles qui sont mises ainsi en liberté dans la substance fondamen-

tale. Tous les noyaux des spongoblastes se retrouvent épars dans la substance fondamentale avec leur même forme et leur même grosseur.

Références. — Topsent (*loc. cit.*). Après avoir rendu compte de notre travail dans le passage que nous avons transcrit p. 132, Topsent, nous fait remarquer que *Reniera elegans* (Bow) tombe en synonymie avec Chalinula Montagui (Flem.) et que *Reniera Ingalli* (Bow.) ne paraît pas différer spécifiquement de *R. simulans*. — J. Delage et Hérouard. *Traité de zoologie concrète*, t. II, 1re partie, p, 90, où l'on trouve une figure extraite de notre mémoire. — Fr. Houssay. *La forme et la vie*, p. 215, fig. 171, reproduit une des figures de nos planches. — E. A. Minchin. *A Treatise on zoology*, edit. by Ray Lankester. Part. II. The Porifera and Cœlentera. L'auteur présente nos travaux comme acquis à la science dans les p. 49, 59, 143, 144 et reproduit la figure VII de notre mémoire. — K.-C. Schneider. *Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere*, Iena, 1902.

51. — Sur les phénomènes de la digestion chez les Éponges.

a) Action des substances colorantes sur les Éponges vivantes (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 187); *b)* Nutrition des Éponges (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 219).

Ces recherches ont été conduites principalement d'après notre méthode des colorations intravitales que nous avons exposée autre part. Elles ont porté sur une Éponge siliceuse marine, *Reniera ingalli* et sur notre Éponge siliceuse d'eau douce, *Spongilla fluviatilis*.

Pour en rendre compte, nous ne pouvons mieux faire que de citer encore Topsent, qui est en France, tout au moins, le plus autorisé des spongiologues. « En recherchant comment les Éponges se comportent vis-à-vis des substances colorantes, M. Loisel contribue largement à la solution du gros problème souvent abordé, jamais résolu d'une manière satisfaisante, de la digestion chez ces animaux.

« Il commence par retracer l'historique des expériences tentées avant lui dans ce but et qui ont presque toujours consisté à faire absorber par les Éponges des substances colorées insolubles ou, du moins, les parties insolubles de ces substances tenues en suspension dans l'eau. Cela l'amène à diviser en deux camps les spongologistes qui les ont entreprises : d'un côté, Lieberkühn, Carter, Weltner, Haeckel, von Lendenfeld et Delage, qui voient les *choanocytes* ingérer *seuls* les grains de carmin et d'indigo, et de l'autre, Metchnikoff et Heider qui arrivent à des conclusions bien différentes... »[1].

« Metchnikoff, par exemple, « ne prétend pas que les choanocytes soient incapables d'ingérer des corps étrangers, mais il affirme que les cellules mésodermiques jouent ordinairement le rôle de phagocytes. L'importance de ce rôle varie parce que, et c'est là une notion qu'il ne faut pas perdre de vue, le mésoderme est loin d'acquérir le même développement dans les différents groupes de Spongiaires.... M. Loisel vient à son tour réfuter les conclusions de Lieberkühn, Lendenfeld, Delage, etc. Ses expériences confirmèrent les idées de

1. Nous avions oublié, à notre grand regret, de ranger, dans le dernier camp, Topsent lui-même qui avait fait nombre d'expériences semblables sur des Clionides (G. Loisel).

Metchnikoff. Ce sont surtout les cellules digestives qui incorporent les substances colorées, mais on en trouve également dans l'intérieur des cellules flagellées.... Le désaccord entre les expérimentations tient peut être uniquement à la durée des expériences et à la méthode employée pour les contrôler. Il y a, comme l'a éprouvé aussi M. Loisel, le plus grand avantage à étudier les cellules, vivantes ou simplement fixées et dissociées dans une goutte d'eau....

« M. Loisel ne s'est pas borné à des essais de cette nature. Il a essayé de déterminer la réaction des cellules sur les ingesta. Il a vu le rouge Congo et le tournesol bleu prendre, dans l'intérieur des éléments, la coloration particulière qu'on observe en mettant ces substances en présence d'un acide. Il est donc probable que la digestion des éponges se fait dans un milieu acide, au moins dans certains cas, car l'alizarine sulfo-acide, l'orangé III et la tropéoline OO′ n'ont pas présenté de changement de coloration nettement appréciable, après avoir séjourné un certain temps dans l'intérieur des cellules.

« Des expériences à l'aide de solutions colorées étaient nécessaires, car il est possible que les substances nutritives solubles entrent pour une bonne part dans l'alimentation des Éponges. M. Loisel a le mérite de les avoir entreprises le premier. Elles lui ont fourni des données intéressantes. Il a constaté que le safran, le vert d'iode et l'orcanette sont arrêtés à la surface du corps; la nigrosine traverse les cellules épithéliales et va colorer les liens de spongine du squelette, mais n'est pas reçue par les organites cellulaires; le rouge Congo, l'alizarine sulfo-acide, l'orangé III et la tropéoline OO sont mal absorbés par les tissus; enfin, le rouge neutre, le bleu de Nil, le bleu de méthylène et le brun de Bismarck pénètrent fort bien dans les cellules, sans nuire le moins du monde à l'existence des éponges. Ces substances, qui passent surtout dans les cellules mésodermiques, mais aussi, paraît-il, dans les choanocytes, ne s'y répandent pas uniformément, mais s'y concentrent soit dans des sphérules, soit dans des vacuoles de dimensions variables, suivant, sans doute, la nature de la substance expérimentée. En outre, le noyau « des cellules digestives et des cellules flagellées » se colore d'une façon très intense par le rouge Congo et par le bleu de méthylène, mais surtout par le rouge neutre et par le bleu du Nil. Enfin la pénétration des substances colorantes dépend si bien d'une véritable sélection de la part du protoplasma que, si l'on opère avec un mélange de colorants, on voit tantôt, par exemple s'il s'agit du brun de Bismarck et du rouge neutre, les cellules présenter des enclaves colorées en orangé comme le mélange lui-même, et tantôt, par exemple dans le cas du rouge neutre et du bleu de méthylène, les cellules absorber ces substances en des temps inégaux et les emmagasiner dans des vacuoles distinctes, les unes bleues, les autres rouges.

« La manière dont sont rejetées les substances colorantes ainsi absorbées est importante à connaître, puisqu'elle révèle en partie les phénomènes d'excrétion des spongiaires. En général, la décoloration se produit assez lentement tant que l'éponge reste bien vivante, sauf en ce qui concerne le bleu de méthylène. Les corps insolubles sont rejetés à l'état de grains dans les espaces inter-cellulaires; les sphérules emmagasinant des solutions colorées se détachent de la périphérie du corps cellulaire et tombent aussi dans la substance fondamentale;

quant aux vacuoles qui résultent de semblables localisations, il semble probable qu'elle s'y vident également.

« M. Loisel considère, non sans justesse, la substance fondamentale comme une sorte de lymphe interstitielle où les cellules mésodermiques puisent et rejettent ensuite les substances qui y parviennent. Seulement, il lui prête une propriété, discutable à mon sens, celle d'intervenir par des contractions qui lui sont propres pour expulser dans les canalicules afférents les excreta des cellules.

« Même si l'on pouvait l'admettre, cette hypothèse ne suffirait pas à expliquer comment les particules lancées dans les canalicules par l'agitation des flagellums des choanocytes quittent ces canalicules pour arriver à la portée des cellules mésodermiques, ni, en sens inverse, comment les granules rejetés tombent dans le torrent circulatoire. J'ai proposé en 1887 une théorie très simple du phénomène, qu'il me paraît à propos de rappeler ici....

« L'étude des phénomènes de la digestion restera incomplète tant qu'on n'aura pas non plus précisé par quel procédé les cellules sphéruleuses emmagasinent des matériaux de réserve, tels que graisse, amidon, carbonate de chaux, etc. C'est, on le sait, l'une de leurs fonctions les plus ordinaires. Le problème ne semble pas d'une solution très difficile si l'on considère avec M. Loisel la substance fondamentale comme une lymphe interstitielle. C'est en elle que les cellules sphéruleuses puiseraient les produits d'assimilation élaborés en excès, puis déversés par les cellules amiboïdes et sans doute aussi par les choanocytes. Et je pense que les choses se passent ainsi d'après les observations que j'ai eu l'occasion de relever ». De la Digestion chez les Éponges (*Arch. de Zool. expér. et génér.*, 1898).

Références. — Le mémoire de Topsent (*loc. cit.*) dont nous avons extrait le passage ci-dessus. — E. A. Minchin, p. 86 et 87 de son *Treatise on zoology*. II. Porifera and cœlentera. — J. Cotte. Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1904, XXXVIII, p. 459, 460, 535, 559, 560, 561. Dans ses conclusions, p. 567, l'auteur, en parlant de certains phénomènes de nutrition des Éponges, termine en disant : « Je me suis efforcé de mettre en lumière cette notion, qu'avaient déjà fortement contribué à établir les travaux de Topsent et de Loisel. » — K.-C. Schneiden, *Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere*, Iena, 1902.

52. — Défense de l'organisme chez les Spongilles.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 220.)

On sait que les Éponges vivent souvent dans des milieux (eau de Seine, par exemple) où les agents d'infection pullulent. Il nous est arrivé quelquefois, dans le cours de nos études, d'oublier des Spongilles dans un cristallisoir contenant de l'eau de Seine; or nous les retrouvions bien vivantes huit, dix et douze jours après, au milieu d'un grand nombre d'organismes de toute espèce qui avaient pullulé dans le cristallisoir.

Malgré la grande perméabilité de leurs tissus, les Éponges sont en effet des

animaux pour lesquels « on ne connaît pas encore, comme le fait remarquer Metchnikoff, ni de véritables parasites, ni par conséquent de maladies infectieuses ». Les Spongilles, entre autres, sont exposées à être blessées continuellement; on peut les couper en morceaux et, cependant, les plaies les plus larges se cicatrisent très vite sans laisser pénétrer aucun des microbes qui vivent habituellement à côté de ces Éponges.

Il n'en est pas de même quand les spongilles ne sont pas dans leurs conditions normales, quand, par exemple, elles ont vécu, pendant plusieurs jours, dans une solution colorée et qu'elles ont fixé, dans leurs cellules, une grande quantité du principe colorant. Dans ces cas, en effet, les Spongilles, tout en paraissant bien vivantes, se laissent envahir, bientôt, par des zooglées, des mycéliums ou autres parasites.

Contre certaines substances dissoutes dans l'eau où elles vivent, les éponges peuvent se défendre en fermant leurs orifices, comme l'a montré Lendenfeld, ou bien en arrêtant ces substances au niveau des cellules épithéliales, comme cela résulte de nos expériences. Contre les corps solides, les microbes, par exemple, Metchnikoff fait intervenir la phagocytose, mais il reconnaît, en même temps, que ce moyen ne peut expliquer, à lui seul, l'immunité particulière des Éponges.

Nous nous sommes demandé, alors, si la défense des éponges ne devait pas être assurée, tout d'abord, par des phénomènes de chimiotaxie négative dus, par exemple, à des substances solubles, particulières, rejetées par les Éponges. Une expérience très simple nous a montré qu'il pouvait en être ainsi.

Si l'on met une aiguille en contact avec la surface d'une spongille bien vivante, on voit, au bout d'une heure ou deux, que la partie de l'aiguille qui touchait à la spongille est oxydée. Le lendemain, cette région de l'aiguille est seule entourée par un manchon de rouille qui est notablement *plus étendu du côté qui touchait à l'Éponge*; tout le reste de l'aiguille est resté poli et luisant.

Cette expérience recommencée plusieurs fois, en éloignant l'aiguille de la surface de l'Éponge à la distance de 1, 2 et 3 millimètres, nous a donné toujours des résultats semblables; il nous a semblé même que l'oxydation des aiguilles était plus active à 2 ou 3 millimètres de distance qu'au contact de l'Éponge.

Ces expériences demandent évidemment à être poussées plus loin et à être complétées par d'autres pour nous renseigner sur le point qui nous intéresse ici. Elles suffisent, cependant, pour nous permettre de conclure à une zone d'oxydation particulière entourant les Éponges et paraissant être sous la dépendance de ces organismes.

A quelles causes maintenant faut-il attribuer ces oxydations qui jouent probablement le rôle, à la surface des Spongilles, d'une enveloppe protectrice vis-à-vis de la plupart des microbes?

Est-ce à des substances excrétrices azotées que les Éponges rejetteraient normalement comme produits de leur actité vitale? Il serait permis de le croire d'après ce passage de Griffiths : « Les Éponges absorbent de l'oxygène et rejettent de l'acide carbonique avec une grande rapidité; et la manière dont elles

rendent l'eau, où elles vivent, impure et mauvaise aux autres organismes, fait penser à l'élimination d'une substance excrétrice azotée. »

Malheureusement cette substance est tout à fait hypothétique, et les recherches que Krukenberg a faites pour déceler la présence de l'acide urique, par exemple, ont donné jusqu'ici des résultats négatifs. L'idée nous est venue, alors, de voir si les Spongilles ne formeraient point des ferments solubles particuliers qui détermineraient ces oxydations si actives à la surface de ces éponges.

Pour cela, nous avons fait deux séries d'expériences qui suffisent pour nous montrer que les Spongilles présentent, avec la teinture de gaïac et l'hydroquinone, les réactions caractéristiques des oxydaxes. Il est même inutile, pour s'en rendre compte, de faire des macérations d'éponge dans l'eau chloroformée. Si l'on écrase une Spongille entre ses doigts et si l'on essaie le liquide jaunâtre qui découle, on obtient immédiatement, avec la teinture de gaïac, une coloration verte intense; cette coloration est seulement jaunâtre quand on a fait bouillir le liquide auparavant.

On peut encore obtenir la même réaction en laissant tomber trois ou quatre gouttes de teinture de gaïac à la surface d'une Spongille vivante ou morte.

Nous n'avons pas eu le temps de rechercher le mode d'action de ces oxydases. Il est nécessaire d'entreprendre de nouvelles expériences pour être fixé sur leur rôle physiologique chez les Éponges; mais nous sommes porté à croire, jusqu'ici, que ces ferments doivent intervenir activement dans la défense de ces organismes, probablement en favorisant les oxydations que nous avons signalées plus haut.

Références. — E. A. Minchin, p. 86 et 87 du Traité de zoologie anglais cité plus haut (51). — Cotte, *loc cit.* (51), p. 493, 555, 556.

53. — Coloration des Méduses à l'état vivant.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 226.)

Pendant les expériences que nous avons faites à Jersey avec *Reniera ingalli*, nous avons eu l'occasion d'observer l'action de quelques substances colorantes sur des sciphistomes d'*Aurelia aurata* et sur plusieurs petites Méduses, non déterminées, recueillies au filet fin, dans la baie de Saint-Aubin.

Ces expériences, faites incidemment, n'ont donné lieu du reste qu'à des observations relativement peu intéressantes. Nous noterons cependant deux faits plus importants. Après un séjour de quatre heures dans le bleu de méthylène en solution très faible qui ne tuait nullement ces animaux, nous avons vu tous les noyaux ectodermiques de petites Méduses acraspèdes se colorer fortement en bleu, alors que le corps cellulaire restait lui-même incolore.

D'un autre côté, en gardant des sciphistomes d'Aurélie dans du rouge neutre ou du rouge Congo, nous avons vu, au bout de deux jours, ces individus s'entourer

d'une couche hyaline que nous pouvions enlever tout d'une pièce. Cette enveloppe était formée par du mucus dans lequel flottaient une grande quantité de nématocytes ou de cellules épithéliales ordinaires. Ces dernières renfermaient presque toujours une ou plusieurs vacuoles rouges.

54. — Coloration des larves de Chironome à l'état vivant.

(*C. R. Soc. Biol.* 1897, p. 624.)

Les premières expériences que nous avons faites, avec la méthode des colorations *in vivo*, ont porté sur une larve de Chironome d'espèce indéterminée, mais très commune dans les mares des environs de Paris. La grande transparence de son corps, sa résistance à l'action du bleu de méthylène et du brun de Bismark, en font un très bon sujet d'étude pour la coloration des tissus à l'état vivant.

Bien que faites à titre d'essai, ces expériences ont donné lieu à quelques observations intéressantes.

Placée dans une solution très faible de bleu de méthylène ou de brun de Bismarck, on voit, au bout de quelques heures, une coloration bleue ou brune se manifester dans les anneaux de la partie moyenne du corps de la larve; cette coloration, d'abord faible, augmente bientôt d'intensité et s'étend peu à peu en avant et en arrière, de façon à envahir le corps tout entier au bout d'un jour ou deux. Les fibres musculaires, les ganglions nerveux, le corps graisseux et certaines glandes péricardiques sont les organes qui fixent avec la plus grande intensité les matières colorantes. Le cœur et le sang, de même que tous les liquides du corps, restent complètement incolores; c'est à peine si j'ai pu observer quelques globules colorés traversant le vaisseau dorsal avec le courant sanguin.

Les larves vivent pendant plusieurs jours dans une eau ainsi colorée. Non seulement, cette énorme quantité de substances étrangères introduite dans leur organisme, ne paraît gêner en rien le fonctionnement des organes, mais encore, toutes les métamorphoses de l'insecte s'accomplissent très bien; de plus, la coloration des tissus se maintient dans toutes les phases que traverse l'insecte pour arriver à l'état parfait. Cette dernière observation a été répétée à plusieurs reprises, mais ne nous a donné de résultats qu'avec le bleu de méthylène, substance qui paraît même activer les métamorphoses.

Pendant la période nymphale où l'animal reste sans remuer, la coloration se maintient telle qu'elle était chez la larve; mais la transparence du corps devient moins grande et il est plus difficile de se rendre compte de ce qui se passe dans les tissus. Du reste, nos observations sont encore très incomplètes. Quoi qu'il en soit, le petit diptère sort bientôt de l'eau en gardant la même coloration bleue, dont l'intensité est cependant un peu diminuée.

Référence. — Ehrlich u. Krause. *Encyklopädie der Mikroskopischen Technik*, I. p. 1059.

55. — Sur l'appareil musculaire de la radula chez les Helix.

(Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1892, p. 567 et *C. R. Soc. Biol.*, 1892.)

On sait que l'armature buccale des Helix, dont je m'occupe seulement ici, se compose d'une mâchoire chitineuse, placée en arrière de la lèvre supérieure (m., fig. 1) et d'un mamelon lingual implanté sur le plancher de la bouche. Ce mamelon est formé par une plaque d'apparence cartilagineuse, en forme de fer à cheval, dont la direction est oblique de haut en bas et d'avant en arrière (p. s.. fig. 1); il est recouvert par une membrane chitineuse et dentée, la radula (r., fig. 1), qui s'engage et semble prendre naissance, en arrière, dans une sorte de papille conique (pap. fig. 1), également d'apparence cartilagineuse, qui prolonge la masse buccale et fait saillie dans la cavité générale, au-dessous de l'œsophage.

Telles sont les différentes parties sur lesquelles s'insèrent les muscles qui font mouvoir cet appareil.

En contrôlant, par la méthode des coupes en série, les faits donnés par la simple dissection, nous avons trouvé que l'appareil radulaire était actionné par un muscle pair, le *muscle papillaire*, entourant comme un doigt de gant toute la partie postérieure de la papille et par trois muscles impairs qui s'insèrent sur les pièces de soutien de la radula : *muscle radulaire antérieur, moyen* et *postérieur*. De chacun de ces muscles, nous donnons la description anatomique et le rôle physiologique probable. Nous ajoutons, du reste, que les faisceaux de ces muscles étaient très indépendants l'un de l'autre, de sorte que là où nous n'avions vu qu'un seul muscle, d'autres pourraient, après nous, en décrire plusieurs.

Références. — Ce mémoire a été le sujet d'études critiques très complète de la part de : 1° G. Paravicini. Richerche anatomische ed istologische sul Bulbo faringeo dell' Helix pomatia. L. *Bollet. dei Musei di zoolog. ed. Anat. comp. della Univers. di Torino*, 1896, n° 243, (p. 2, 6, 7, 18, 19, 22, 30, 34, 36, 37 et 41).

2° M. A. Amaudrut. *La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Mollusques Gastéropodes.* Thèse Faculté des sciences de Paris (p. 108, 120, 165, 164, 165, 166, 167, 176).

56. — Les cartilages linguaux des Mollusques.

(Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1895, p. 466.)

a. Morphologie externe.

Si l'on pince délicatement la langue cornée, ou radula, des Mollusques céphalophores, il est presque toujours facile de l'enlever d'une seule pièce et, alors on voit, au-dessous, un organe de soutien, formé de deux plaques, que les auteurs désignent sous lo nom de *cartilages linguaux* ou de *cartilages odontophores*. En réalité, ces noms sont à peu près les seuls renseignements qu'on trouve à ce sujet, car tous les zoologistes qui ont écrit sur les Mollusques, dans

ces dernières années n'ont parlé qu'incidemment de ces organes pour s'arrêter surtout à la morphologie de la radula elle-même. Il devait donc être intéressant d'approfondir un peu plus l'organisation de ces prétendus cartilages; d'étudier leurs différentes formes, leur structure histologique et leur mode de développement. C'est ce travail que nous avons entrepris et poursuivi, au laboratoire zoologique de Luc-sur-Mer et au Laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Paris.

Chez un de nos Escargots les plus communs, chez *Helix fructicum* pris comme type, l'ensemble de la plaque de soutien de la radula, détachée de ses muscles, présente la forme d'un triangle incurvé en haut et dont l'aire présente en arrière un espace vide rempli, sur le vivant, par une membrane fibro-musculaire; c'est cette disposition qui l'a fait comparer à un fer à cheval. En réalité, cette plaque est formée par deux pièces distinctes qui occupent les deux côtés symétriques du triangle (*p. s.*, fig. 2 et fig. 3), et qui se rejoignent en avant pour former le sommet ou angle antérieur du triangle; de plus, à ce niveau, elles sont réunies l'une à l'autre par de nombreuses fibres musculaires qui forment un véritable muscle (*m. h.*, fig. 3).

Dans les autres espèces d'Helix, chez les Limaces et les Arions, l'ensemble du bulbe buccal et de la plaque de soutien de la radula rappelle tout à fait ces formes trouvées dans l'espèce type, à quelques différences musculaires près.

Chez le Planorbe corné (*Planorbis corneus*) et surtout chez la Paludine vivipare (*Paludina vivipara*) les plaques de soutien sont plus résistantes; de plus, chez le Planorbe, elles sont colorées en rouge brun. Ce dernier caractère se représente chez la Lymnée des étangs (*Lymnea stagnalis*) dont les pièces radulaires n'ont plus l'aspect de cartilages, mais celui de muscles; de plus les deux parties de ces pièces sont beaucoup plus indépendantes l'une de l'autre que chez l'Escargot. Le caractère musculaire de ces organes est encore plus accentué chez notre petite *Lymnea glutinosa* qui présente cette curieuse propriété de pouvoir recouvrir sa mince coquille au moyen d'une expansion de son manteau.

Chez un Gastéropode Nudibranche, *Tritonia Hombergii*, les pièces de soutien de la radula ont encore l'aspect et la structure d'un muscle ordinaire. Mais ici, le bulbe buccal comprend en étendue près de la moitié de la masse viscérale; pour découvrir la radula, il faut le sectionner circulairement au-dessus et le long d'une saillie en boudin qui court tout autour du bulbe; cette saillie est formée par les mâchoires que l'on peut reconnaître à leur consistance en les touchant à travers les téguments avec la pointe d'un scalpel ou d'une pince.

Les tissus s'écartant pour ainsi dire d'eux-mêmes, on obtient, par cette opération, deux segments dont l'inférieur, resté attaché au corps, a l'aspect d'une semelle de soulier et présente une fente longitudinale qui est la bouche; on renverse le segment supérieur, de beaucoup le plus considérable, et l'on écarte les deux mâchoires qui sont très développées, de couleur jaune brun, et dont la forme rappelle, suivant la comparaison de Cuvier, les ciseaux avec lesquels on tond les moutons; on aperçoit alors une masse sphérique qui est la partie

antérieure de la radula. La forme de la plaque qui supporte celle-ci s'éloigne du type habituel que nous avons vu jusqu'ici; c'est une masse musculaire, bilobée, cordiforme, dans laquelle on ne trouve aucune apparence de cartilage.

Avec le buccin (*Buccinum undatum*), au contraire, nous retrouvons tout à fait aux cartilages linguaux un aspect et une consistance cartilagineux. Ceux-ci sont encore constitués sur le même type que ceux des escargots, mais ils se sont un peu déformés en suivant l'allongement de la trompe. Ces deux cartilages, qui sont réunis en avant, s'accolent entre eux, dans leur partie moyenne, pour former une gouttière ouverte en haut, et divergent ensuite pour donner attache à deux muscles blanchâtres (fig. 22); chacun de ces cartilages est une longue lame mince et étroite, excavée sur sa face supérieure et présentant une couleur rouge, provenant des muscles situés au-dessous d'elle et vus par transparence; dans leur écartement repose une tige cartilaginiforme qui donne attache sur toute sa longueur à de nombreux muscles et qui supporte en avant la radula.

Chez le poulpe commun, les pièces de soutien de la radula ont une forme prismatique, en lame de couteau; elles sont indépendantes l'une de l'autre, ou du moins ne sont réunies, en haut, que par une mince membrane musculaire. Leur aspect, de même que celui des mêmes pièces dans le genre Loligo, est entièrement musculaire.

Dans la seiche officinale, qui est le type de céphalopode que nous avons étudié plus spécialement, on trouve une organisation un peu particulière.

Lorsque, chez cet animal, on a enlevé le bec de perroquet avec ses muscles, on aperçoit la radula (R, fig. 25) qui fait saillie sur la ligne médiane, en arrière d'un mamelon gustatif (*pg*) et en avant de deux muscles aliformes qui se rejoignent au-dessus d'elle (M); en s'accolant l'un à l'autre, ces muscles forment une gouttière ouverte en haut qui conduit dans l'œsophage (*œ*); si l'on introduit un scalpel dans cette gouttière et si l'on dissèque délicatement sur les côtés, on parvient à isoler la masse radulaire.

Cette masse a la forme d'une pyramide triangulaire à arête antérieure, dont le sommet tronqué, placé en haut et en avant, est recouvert par la portion active de la radula (R, fig. 25); celle-ci semble s'enfoncer dans un sillon que l'on remarque sur la face postérieure de la masse radulaire. C'est qu'en effet la pyramide est formée par l'accolement de deux pièces allongées (fig. 26), réunies en haut par une partie médiane, cartilaginiforme et dont l'ensemble rappelle beaucoup la plaque de soutien en fer à cheval des helix ; mais ici, l'aspect et la consistance cartilagineuse ne se retrouvent plus que sous forme d'une bande étroite qui court le long du bord antéro-interne de ces pièces et se confond en avant avec la portion moyenne; tout le reste semble être, à la simple vue, de nature musculaire (fig. 28).

b) Structure.

A l'époque où nous avons fait ces recherches, les mémoires de Semper et de Claparède, publiés en 1857-58, étaient les seuls travaux où nous trouvions quelques renseignements sur la structure des cartilages linguaux des mollusques. Mais alors que le premier de ces auteurs ne voyait, dans ces organes, que

des fibres musculaires, le second n'y trouvait que des éléments cartilagineux. La question était donc à reprendre en considérant comparativement un plus grand nombre de types. C'est ainsi qu'en étudiant leur structure, nous avons pu grouper ces organes de la façon suivante :

1° Dans beaucoup d'espèces (Gastéropodes pulmonés, certains Nudibranches, Céphalopodes), ils sont formés de fibres musculaires entre lesquelles existent des éléments conjonctifs, comme dans les autres muscles; mais ici, en raison de la fonction que les organes ont à remplir, les cellules conjonctives deviennent presque toujours vésiculeuses (fig. 5):

2° Chez d'autres Mollusques (Buccin) (fig. 25), les cartilages linguaux sont formés de véritables cellules cartilagineuses sans aucun mélange de fibres musculaires.

Il est probable que ces deux classes ne sont pas nettement tranchées chez ces animaux, car les cartilages linguaux des planorbes et surtout ceux des paludines nous font prévoir des formes intermédiaires entre les cellules de la première classe et celles de la seconde.

L'aspect cartilagineux n'est pas un caractère constant pour tous les cartilages linguaux; il se rencontre, par contre, dans beaucoup d'autres muscles à structure ordinaire. C'est donc un caractère qui dépend surtout de la fibre musculaire même et non uniquement des cellules vésiculeuses.

Le mot de cartilage ne doit pas être employé pour désigner les organes de support de la radula, puisqu'il ne répond pas à l'ensemble de la structure de ces organes; il vaudrait mieux se servir d'une appellation plus générale et moins précise, telle que celle de *pièces de soutien*.

c) *Histogenèse.*

La Lymnée des étangs est le seul Mollusque sur lequel j'ai pu suivre le développement des éléments qui composent les pièces de soutien. Comme les Lymnées pondent tous les quatre ou cinq jours pendant la plus grande partie de l'année, on est bientôt pourvu de plusieurs cordons d'œufs que ces animaux déposent le long des plantes ou sur les parois de l'aquarium. L'incubation dure en moyenne vingt jours; l'éclosion de tous les œufs contenus dans un même cordon demande deux à trois jours; on met les jeunes Lymnées dans du liquide de Muller qui les fixe très bien et a le grand avantage de dissoudre complètement la partie calcaire de la coquille, ne laissant que la partie chitineuse, laquelle conserve la forme de cette coquille sans nuire en rien à l'inclusion dans la paraffine et aux coupes ultérieures.

La radula apparaît de très bonne heure, chez l'embryon, sous forme d'une dépression en cul-de-sac de la paroi inférieure de l'œsophage; quelques jours avant la formation de la coquille, il est facile de l'étudier en ouvrant la coque de l'œuf avec de fines aiguilles; elle se montre alors sous forme d'une bande longue et étroite, de couleur jaunâtre, supportée par un tissu formé de petites cellules, finement granuleuses, semblables à celles qui constituent le mésoderme. De ces cellules, les unes s'allongeront pour former peu à peu des fibres musculaires, les autres grossiront, deviendront sphériques et l'on verra bientôt

apparaître, à l'intérieur de leur protoplasma, une substance liquide, incolore et transparente qui les rendra plus ou moins vésiculeuses.

La jeune Lymnée, sortant de l'œuf, a une longueur de 1 millimètre 5 et sa coquille présente déjà trois tours de spire; l'appareil radulaire est complètement constitué : les fibres musculaires ne renferment guère qu'une substance granuleuse avec quelques fibrilles à la périphérie, les cellules sont encore complètement protoplasmiques et leurs contours ne sont pas apparents. Quinze jours après l'éclosion, les Lymnées ont une longueur de 4 millimètres; les cellules des pièces de soutien ont sécrété la substance liquide qui les rend vésiculeuses, quelques-unes paraissent nettement limitées, mais le plus grand nombre ne le sont pas encore et les noyaux apparaissent comme disséminés dans une masse de protoplasma creusé de nombreuses lacunes.

Références. — G. Paravicini. Richerche anatom. ed istolog. sul Bulbo faringeo dell' Helix pomatia. *Bollet. dei Musei di Zool. et Anat. comp. della Univers. di Torino* (p. 10, 11, 12, 13 el 14). — H. Beauregard. Revue annuelle de zoologie, in *Revue générale des sciences*, 1894 : « Sur les cartilages linguaux des Mollusques, dit cet auteur », nous trouvons un mémoire de M. G. Loisel dont les conclusions ont le mérite de la précision.... » (P. 619.)

57. — Les caractères sexuels secondaires et le fonctionnement des testicules chez la Grenouille.

(*C. R. Société de Biologie*, 1904, p. 446.)

On sait que les mâles des Grenouilles se distinguent des femelles par la présence, à la base du pouce, de tubercules spéciaux (brosses copulatrices) rentrant dans le groupe des caractères sexuels secondaires et jouant un rôle dans l'accouplement. Chez une espèce de Grenouille, *Rana temporaria*, ces tubercules se chargent, au moment de la reproduction, d'un pigment noir; on voit d'abord le tubercule inférieur se colorer uniformément en gris, puis cette coloration s'étend à toute la surface inférieure des pouces en devenant brune, sépia foncé et noir charbon; ce dépôt de pigment se fait dans la peau qui se détache lorsqu'elle a atteint la teinte la plus foncée, de sorte que les tubercules sexuels nous apparaissent comme jouant le rôle d'organes d'excrétion de pigment. Observant, d'un autre côté, que les testicules de Grenouille présentent à la même époque une pigmentation plus ou moins prononcée, nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas corrélation de cause à effet entre le retour de l'activité saisonnière du testicule et la pigmentation particulière des pouces.

Pour cela nous avons étudié 150 Grenouilles rousses, mâles, venant de Bretagne et pour la plupart en pleine activité sexuelle (les femelles étaient presque toutes en train de rejeter leurs ovules dans la cavité générale).

Sur ce nombre, 17 individus n'avaient pas encore atteint le complet développement de l'adulte; la longueur de leur tronc était de 6 centimètres et celle de leurs testicules de 4 millimètres en moyenne; cependant les tubercules des pouces étaient déjà nettement indiqués.

L'examen comparatif de toutes ces Grenouilles mâles nous a montré qu'on ne saurait affirmer l'existence d'une relation de cause à effet entre la pigmentation du testicule et celle des pouces du mâle ; dans nombre de cas, en effet, les colorations sont loin de concorder.

D'une façon générale, cependant, on remarque une concordance évidente entre les deux phénomènes. Nous nous sommes donc demandé si l'apparition de ces deux pigmentations ne provenait point d'une seule et même cause : la présence dans l'organisme de substances nuisibles devant être rejetées sous forme de pigments.

Dans cette idée, nous avons recherché s'il ne se produisait pas à la même époque, chez ces Grenouilles, des phénomènes de pigmentation semblables sur d'autres organes. Or, nous avons retrouvé le même pigment noir en plus ou moins grande abondance, dans le poumon, le péritoine et surtout dans les réceptacles séminaux ; mais là encore il n'y a pas concordance absolue entre la pigmentation de ces derniers organes et celle des testicules.

En *résumé*, ces observations tendent à nous montrer que le fonctionnement du testicule n'est pas la cause directe, primordiale, des phénomènes de pigmentation qui caractérisent l'activité sexuelle chez la Grenouille rousse. Mais nous trouvons là de nouveaux faits qui, venant à l'appui de tous ceux que nous avons observés depuis quelques années, nous font considérer les glandes génitales comme des organes épurateurs de l'organisme.

58. — Grenouille femelle présentant les caractères sexuels secondaires du mâle.

(*C. R. Société de Biologie*, 1901, p. 204.)

Les Grenouilles rousses (*Rana temporaria*) sont des animaux qui présentent des caractères sexuels secondaires bien marqués. On sait que le mâle est plus petit et plus élancé que la femelle et qu'il porte, à la base du pouce, une sorte de tumeur (brosse copulatrice) qui n'existe pas chez l'autre sexe. Or, en février 1901, nous avons trouvé une Grenouille portant, à la fois, des caractères sexuels mâle et femelle.

Cet individu montre en effet, à l'extérieur, tous les caractères du mâle, et, à l'intérieur, des organes sexuels femelles plus ou moins bien développés comme nous allons le voir.

Les brosses copulatrices paraissent ici un peu ratatinées, parce que le sujet a séjourné, pendant quelque temps, dans l'alcool à 90 degrés. Cependant, telles qu'on les voit, elles présentent un développement au moins aussi considérable que les brosses des mâles examinées au mois de février. Elles atteignent, dans leur plus grande largeur, 5 millimètres, et chacune d'elles est surmontée d'une petite brosse rudimentaire qui n'existe pas, il nous semble, chez les vrais mâles.

L'examen des organes internes montre d'abord deux oviductes parfaitement développés. Les corps gras et les appendices digitiformes se voient également

bien; cependant on remarque déjà une différence très nette entre les deux côtés.

Du côté gauche, ces corps paraissent normaux; du côté droit, au contraire, ils sont plus petits et leurs appendices moins nombreux. Cette asymétrie correspond à une malformation beaucoup plus profonde des glandes sexuelles. A gauche l'ovaire existe encore; mais il est très petit, puisque sa plus grande longueur n'atteint pas 5 millimètres; à l'œil nu, c'est à peine si on distingue un petit granulé formé par les ovules non développés.

A droite, il n'y a plus trace d'ovaire; à la place qu'il occupait est un espace vide au travers duquel on aperçoit le rein. Cependant, en examinant attentivement la partie du mésentère située au-dessus du corps gras, on distingue une sorte de cicatrice linéaire, colorée uniformément en noir intense. Cette cicatrice est dirigée dans le sens antéro-postérieur et paraît correspondre au point d'attache de l'ovaire.

En reportant alors son attention sur l'autre ovaire et en s'aidant de la loupe on découvre sur le côté gauche de cet organe, à la racine du mésentère, une petite tache, déprimée, large d'un demi-millimètre au plus et colorée également en noir intense. Cette tache est la partie externe d'un corps noir qui a envahi l'ovaire, en se ramifiant à son intérieur, comme il est facile de le voir par transparence.

C'est là, évidemment, dans ce corps pigmenté, que se trouve la cause qui a amené l'atrophie ou la destruction complète des ovaires de cette grenouille. Une étude histologique ultérieure nous montrera si ce corps est un parasite.

Dans tous les cas, nous avons là un des exemples les plus nets de cette corrélation si curieuse qui existe entre la castration et le développement de certains caractères sexuels propres au sexe opposé, corrélation qui a été mise en évidence pour la première fois par M. Giard.

Les autres organes de cette Grenouille ne présentaient, à un premier examen, rien de particulier, à l'exception, toutefois, des reins, qui ne paraissent pas tout à fait normaux. Ni la vessie ni les poumons ne nous ont montré de parasites.

59. — Caractères sexuels de la Tortue mauresque.

(Association française pour l'avancement des sciences, session de Cherbourg, 1905.)

La Tortue mauresque est une des espèces de Tortues chez lesquelles la concavité du plastron, donnée par les auteurs comme caractéristique du sexe mâle, chez la Tortue, est loin d'être nettement marquée.

Les recherches que nous avons faites sur ce sujet nous ont montré que le mâle pouvait être reconnu beaucoup plus facilement par (fig. 19 et 20) :

1° Une écaille sus-caudale plus grande, bombée et recourbée en crochet vers la queue;

2° Une queue plus grande et plus forte;

3° Le plastron sternal plus largement échancré en arrière;

4° Un plus grand espace entre la carapace et le plastron, en arrière;

5° Par une densité du corps plus grande (au moins au mois de juillet) alors que le poids total est plus lourd chez les femelles.

L'étude comparée des viscères nous a montré également que le poids total du foie et des glandes sexuelles est plus grand chez les femelles que chez les mâles

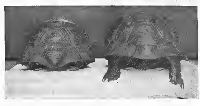


Fig. 19. — Tortue mauresque. — Mâle (à gauche) et femelle (à droite) vus en arrière.

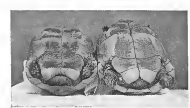


Fig. 20. — Tortue mauresque. — Mâle (à gauche) et femelle (à droite) vus du côté ventral.

et cela tant au point de vue relatif qu'au point de vue absolu. Par contre les reins paraissent un peu plus lourds chez les mâles.

Ces différences correspondent sans doute à des différences dans la nutrition des deux sexes. Et, en effet, une simple dissection nous a montré que les mâles produisent ou conservent plus de lipochromes et de mélanine que les femelles.

Enfin, pour ce qui concerne la vie de relation, nous avons remarqué que les femelles sont moins craintives et s'accoutument plus vite à la présence de l'homme que les mâles: de plus ceux-ci font toujours entendre un souffle violent quand on lance brusquement la main dans la direction de leur tête; en général les femelles se laissent enlever sans souffler ou du moins leur souffle est moins fort que celui des mâles.

60. — Corrélations entre le plumage des Oiseaux et la sécrétion interne des testicules.

(*C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 1054.)

Ce travail a été entrepris pour rechercher dans quels éléments du testicule se faisait la sécrétion interne de cet organe; il nous a permis en même temps de constater une concordance évidente entre la croissance saisonnière du testicule et le développement de la parure de noce, chez le Foudi de Madagascar (*Foudia madagascariensis*).

En dehors des périodes de reproduction, le plumage du Foudi ressemble à peu près à celui de notre Moineau; à l'époque des amours, au contraire, il prend une belle couleur rouge vermillon. Or, en prenant le testicule quand il a atteint une longueur de 4 millimètres environ, en le fixant pendant plusieurs jours, dans un liquide fortement osmiqué et en montant les coupes dans la glycérine, on voit que les cellules germinatives des tubes séminipares élaborent alors, en très grande abondance, une substance analogue à la graisse; cette substance se présente sous la forme de petites sphérules noires toujours isolées, placées autour du noyau ou disposées en séries linéaires dans l'intérieur du corps cellulaire. Les tubes séminipares contenant ces élaborations ont encore la structure fœtale de cordons épithéliaux pleins, structure qui est celle du testicule des Oiseaux à l'état de repos sexuel; ils présentent donc les éléments d'une glande à sécrétion interne. Par contre, on ne voit aucune trace d'activité glandulaire dans les espaces intertubulaires.

Dans un testicule moitié plus gros, par exemple chez un Foudi qui a commencé à prendre son plumage de noce il y a deux mois et demi environ, et qui présente encore quelques plumes grises sous le ventre, on trouve toujours des tubes au même degré de développement; mais, à côté, on en voit d'autres qui sont en pleine spermatogénèse. Alors que les premiers présentent, dans leur intérieur, les mêmes élaborations graisseuses, les seconds n'en présentent plus, ou seulement quelques sphérules noires, de place en place. Il est probable, bien que nous n'ayons pas encore eu le temps de faire cette recherche, que les cellules germinatives et les cellules de Sertoli de ces derniers tubes présentent une sécrétion semblable à celle que nous avons trouvée, à la même époque, chez le Moineau.

Du reste, avec ces données et cette technique nouvelle, nous avons repris l'étude de la croissance saisonnière du testicule chez le Moineau et chez d'autres Oiseaux. Partout nous avons retrouvé des élaborations graisseuses se faisant, au printemps, dans l'intérieur des tubes séminipares et disparaissant au moment où la spermatogénèse est établie. Chez le Serin, cependant, nous avons vu quelques sphérules graisseuses dans les rares cellules interstitielles qui existent, à cette époque, entre les tubes séminipares.

En résumé, la sécrétion interne du testicule est faible ou nulle chez les Oiseaux en dehors de l'époque des amours, alors qu'elle présente une activité particulière *au début* de cette époque.

C'est à partir de ce moment que les premières plumes rouges commencent à apparaître chez le Foudi; en même temps la graisse du corps, de grise ou blanche qu'elle était pendant l'état de repos sexuel, acquiert peu à peu une belle couleur rouge vermillon comparable à celle que prend alors le plumage.

58. — Le testicule des Oiseaux aux différentes époques de l'année.

(*C. R. Soc. Biol.*, 1900, p. 386; 1902, p. 952 et 1034. *Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, 1900, p. 160. *C. R. Ass. Anatom.*, 1905, p. 222. *Bibliogr. Anat.*, 1902, t. X, p. 71 et t. XI, p. 169).

L'étude que nous avons faite, à différentes époques des années précédentes, des testicules de plusieurs Oiseaux adultes : Moineau (Passer domesticus, Briss.), Friquet (Passer montanus, Briss.), Pinson (Fringilla cœlebs, Lin.), Bruant jaune (Emberiza citrinella, Lin.), Étourneau (Sturnus vulgaris, Lin.), Pigeon ramier (Colomba palumbus, Lin.), Sarcelle d'hiver (Anas crecca, Lin.), Combassou (Hypochœra nitens). Foudi (foudia madagascariensis), Colin de Californie, Canard, Poulet, nous a montré que le fonctionnement de ces organes présente à considérer, chaque année, trois périodes différentes :

1° Une période d'activité fonctionnelle, la spermatogenèse, qui a lieu seulement pendant les mois les plus chauds de l'année;

2° Une période d'activité régressive que nous appelons métaspermatogénèse parce qu'elle suit immédiatement la spermatogenèse; cette période commence après le temps des amours et dure pendant toute la saison froide;

3° Une période d'activité progressive qui accompagne le retour des premiers beaux jours de l'année et à laquelle on peut appliquer le nom de préspermatogenèse, que le professeur Prenant a créé pour une période physiologiquement comparable chez les Mammifères.

Ces trois phases de la vie sexuelle, chez les Oiseaux mâles, correspondent à trois états différents de l'épithélium du canalicule séminifère, états qui ont été peu ou pas étudiés par les auteurs.

La spermatogenèse est le moment où l'épithélium séminal présente son maximum de complication. On y trouve, comme chez les reptiles et les Mammifères, de la périphérie au centre du canalicule : des spermatogonies, des spermatocytes, des spermatides et des spermatosomes qui se transforment continuellement en spermatozoïdes.

La métaspermatogenèse est caractérisée par l'absence de formation des spermatozoïdes et par la régression de la zone centrale de l'épithélium séminal. Cet épithélium ne paraît bientôt plus formé que d'une ou deux couches de cellules viables, en dedans desquelles on voit de nombreuses cellules en dégénérescence. Les cellules viables constituent une sorte d'épithélium germinatif qui servira l'année suivante; ce sont des spermatogonies dont quelques-unes (spermatogonies oviformes), continuant à assimiler sans se diviser, atteignent un volume considérable et un aspect hypertrophique tout particulier.

La préspermatogenèse est le réveil de l'épithélium séminal; c'est le passage du repos hivernal à la période active du printemps. Ce réveil n'arrive pas à reconstituer tout d'un coup la lignée cellulaire d'où vont dériver de nouveaux spermatozoïdes. Il procède par poussées qui forment petit à petit : d'abord les spermatogonies de la spermatogénèse caractérisées par leur petitesse et leur nombre plus considérable, puis les spermatocytes, les spermatides, les spermatosomes et enfin les spermatozoïdes. Chacun de ces groupes d'éléments nous semble toujours débuter, à cette époque, par des formes non viables, à caractères un peu particuliers; ces premières cellules dégénèrent, en effet, pour laisser place aux éléments viables, qui persisteront et continueront l'évolution séminale, d'où sortira la spermatogénèse.

Tous ces changements, dans l'état de l'épithélium séminal, ne vont pas sans amener des variations considérables dans le volume des testicules. Chez le Moineau, par exemple, ces organes ont, au plus, deux millimètres de long pendant l'hiver, alors qu'ils atteignent quinze millimètres et même davantage pendant l'été. Le graphique de notre mémoire montre, mieux que toute description, la marche générale que suivent ces changements dans le volume des testicules du Moineau.

Reprenons quelques-unes des données qui nous ont servi à construire ce graphique, et voyons par quelles phases le testicule passe pendant la durée de l'année.

a) *Le testicule du Moineau avant l'époque des amours.* — 1. Au mois de janvier, la grosseur des testicules du Moineau ne dépasse pas celle de la tête d'une épingle ordinaire et leur poids va de 1 à 3 milligrammes. Cependant leurs dimensions varient un peu suivant que l'on a affaire à un vieux mâle ou à un jeune de l'année précédente. Chez ces derniers, les testicules ont au plus la longueur d'un millimètre; chez les vieux, ils ont une longueur et une grosseur doubles. De plus, le Moineau faisant trois couvées par an, on comprend que les testicules des jeunes, nés en septembre, doivent être moins développés que ceux provenant de la couvée de mars. La figure 2, qui représente deux coupes transversales faites à peu près au même niveau sur deux testicules de Moineaux sacrifiés au mois de décembre, fait parfaitement saisir les différences qu'on peut rencontrer.

Quoi qu'il en soit, dès le commencement de février, on voit (graph. fig. III) les testicules des jeunes et des vieux grossir d'abord lentement, pendant le mois de février, puis rapidement à partir du commencement de mars qui est l'époque des amours chez le Moineau domestique; les testicules atteignent ainsi (fig. 1) le volume et la forme d'un œuf de Roitelet ou de Mésange à longue queue; ils pèsent alors en moyenne de 20 à 30 centigrammes.

Cette croissance du testicule est produite par une activité cinétique toute particulière de l'épithélium qui tapisse les tubes séminipares.

Chez le Moineau domestique, cette évolution comprend quatre stades caractérisés chacun par l'apparition d'un élément cellulaire nouveau :

1° Stade des cellules germinatives ou génératrices;

2° Stade des cellules germinatives et des spermatogonies d'hiver (ovules mâles);

3° Stade des cellules germinatives, des spermatogonies d'été et des spermatocytes;

4° Stade des cellules germinatives et des cellules de Sertoli; des spermatogonies, des spermatocytes et des spermatides.

Pendant l'hiver la plupart des tubes séminipares sont tapissés par une seule espèce de cellules qui forme une couche unique contre la paroi du tube (fig. 1); on peut appeler ces cellules : *germinatives*, *germinales*, *souches* ou encore *génératrices*, car elles sont la source originelle de tous les éléments du futur épithélium séminifère et parce qu'elles dérivent directement de la formation germinative embryonnaire.

Ces éléments ont, à ce moment, la forme de longues colonnes prismatiques nucléées, à la base; ils reposent d'un côté sur la membrane basale du tube et, de l'autre, vont se rejoindre au centre du tube où ils semblent confondre souvent leurs corps protoplasmiques.

A la fin de l'hiver, les cellules germinatives se multiplient activement. Quelques-unes dégénèrent et meurent ; mais la plupart persistent, de manière à augmenter les tubes séminipares, à en former de nouveaux chez le jeune Oiseau impubère et à remplacer les cellules germinatives qui vont évoluer. Leur multiplication se fait, chez le Moineau, par division directe.

II. Bientôt on voit, de place en place, dans les tubes séminipares, certaines cellules germinatives cesser de se diviser et grossir de plus en plus, en accumulant dans leur intérieur des substances élaborées. Leur noyau tend à prendre la forme sphérique, tout en augmentant de volume; leur corps protoplasmique s'arrondit également en se concentrant autour du noyau et s'isole par une limite très nette des autres cellules germinatives. L'ensemble de ce nouvel élément, rappelle alors, par son volume et par son aspect, de jeunes cellules ; d'où le nom d'ovules mâles que lui donnent les auteurs.

En réalité, ce sont là les premières cellules séminales. Ce sont de grosses *spermatogonies*, qui, chez les vertébrés inférieurs (Plagiostomes et Batraciens) donneraient directement la suite de la lignée séminale, mais qui, chez les Oiseaux et chez les Mammifères, demeurent inactives ou plutôt infertiles et représentent seulement un état ancestral ; on peut les distinguer sous le nom de *spermatogonies d'hiver* ou de *spermatogonies oviformes*. Cet état peut persister pendant un temps plus ou moins long ; mais, finalement, il disparaît tout à fait, soit par dégénérescence, soit par division active au moment de l'été.

Pendant cette phase, les cellules germinatives non transformées se trouvent pressées et déformées par la croissance des grosses spermatogonies. Leur corps cellulaire commence à perdre ses limites distinctes et leur noyau acquiert la forme d'une pyramide triangulaire. Cependant, elles sont toujours très actives ; leurs noyaux continuent à se diviser par amitose, formant des noyaux plus nombreux qui tendent à entourer les grosses spermatogonies.

III. Pendant la plus grande partie de la mauvaise saison, on ne trouve donc, dans les tubes séminipares, que des cellules germinatives, de grosses spermatogonies à peu près stériles et quelques éléments en dégénérescence. Les pre-

miers beaux jours font entrer les testicules dans la troisième phase caractérisée par la grande fertilité des nouvelles spermatogonies formées.

Ces spermatogonies restent petites et leur aspect ne rappelle plus celui d'un jeune ovule. C'est qu'en effet elles dépensent tous leurs ingesta en cinèses fréquentes, de manière à constituer, contre la paroi du tube séminipare, une zone de prolifération d'où va sortir la deuxième forme des cellules séminales : la *spermatocyte*.

De leur côté, sous l'influence de cette prolifération active des spermatogonies, les cellules germinatives sont profondément remaniées et perdent de plus en plus leurs limites. L'ensemble de leurs corps protoplasmiques, très denses, constitue un plasmode secondaire dont la partie centrale forme une matrice pour les éléments séminaux dont le nombre va augmenter de plus en plus. Les noyaux germinatifs ne se divisent plus, ou très rarement, ce qui indique que les principales fonctions des cellules germinatives sont de secréter et de former une zone de prolifération continue, celle des spermatogonies. Cette dernière fonction est momentanément terminée, d'une façon relative au moins; elle réapparaîtra dans toute sa vigueur à la fin de l'hiver suivant. Au contraire, la fonction glandulaire continue et va prendre même, dans la phase suivante, une intensité toute particulière.

IV. Dans ce stade, les spermatocytes acquièrent leur viabilité complète et subissent une longue évolution (phases de transition, de synapsis, de préparation à la cinèse et de division), évolution qui conduit finalement à une forme cellulaire nouvelle, celle de spermatide. Cette forme, beaucoup plus petite que toutes les précédentes, est caractérisée en outre par un noyau très peu chargé de chromatine, du moins au moment de sa naissance. Mais, comme pour les premières spermatocytes, on voit les premières spermatides dégénérer pour la plupart.

Du côté de la périphérie, les cellules germinatives paraissent beaucoup moins nombreuses puisqu'elles ne se multiplient plus. On les reconnaît encore cependant parmi les spermatogonies à la petitesse, à la forme irrégulière et à la coloration plus sombre de leur noyau ; de même le protoplasma qui les entoure est plus dense et se colore un peu plus fortement que les autres corps cellulaires, en particulier avec le bleu de Unna qui le teint en vert après fixation par les liquides osmiques. Enfin, on trouve dans son intérieur des produits de sécrétion, sous forme de granulations colorables par l'hématoxyline au fer.

C'est vers cette époque, c'est-à-dire à la veille de la spermatogénèse proprement dite, que l'on voit apparaître la première indication des *cellules de Sertoli*. Ce sont certaines cellules germinatives qui acquièrent peu à peu un volume plus considérable en même temps qu'apparaissent des grains de sécrétion beaucoup plus nombreux dans leur intérieur. C'est là une autre forme histologique de la sécrétion interne du testicule, dont l'apparition correspond au retour des caractères sexuels du mâle, et à la formation des cellules reproductrices, les spermatides.

b). *Le testicule du Moineau pendant l'époque des amours.*— Les Moineaux mâles recherchent les femelles souvent dès la fin de février, mais ce n'est guère qu'au

milieu de février ou même seulement au commencement de mars que les faisceaux de spermatozoïdes apparaissent, piqués par leurs têtes, dans l'intérieur de l'épithélium séminifère. Ces spermatozoïdes proviennent tout simplement de la transformation directe des spermatides qui, au lieu de dégénérer comme au stade précédent, continuent à évoluer. Dès lors, pendant tout l'été, toutes les formes cellulaires de la lignée séminale sont viables et fonctionnent normalement : les spermatogonies se multiplient pour donner des spermatocytes ; celles-ci subissent plusieurs transformations dans lesquelles on peut distinguer au moins deux types distincts : les spermatocytes de premier ordre et les spermatocytes de second ordre ; enfin ces derniers fournissent des spermatides d'où dérivent directement les spermatozoïdes, par simple transformation.

Du côté de la périphérie, on trouve parfois des amas ou une couche continue de cellules germinatives alors que, dans les tubes voisins, on ne trouve plus que des spermatogonies. Mais partout, à cette époque, on voit, au milieu des spermatogonies, en face de chaque groupe de spermatides, une cellule germinative hypertrophiée (cellule de Sertoli) passer périodiquement par les phases ordinaires de toute cellule mérocrine. Petite et semblable aux cellules germinatives ordinaires quand les spermatides viennent d'être formées, cette cellule de Sertoli grandit au fur et à mesure que les spermatides se transforment en spermatozoïdes et montre, dans son intérieur, des produits de sécrétion de plus en plus abondants (fig. 5). Quand le faisceau de spermatozoïdes est définitivement constitué, chaque cellule de Sertoli entre dans une phase de régression qui la ramène à l'état primitif.

Pendant ce temps, une nouvelle poussée de cinèses spermatogénétiques commence ; de nouveaux spermatocytes formés empiètent sur le territoire des colonnes de Sertoli, et celles-ci se rétrécissent d'autant plus que leur sécrétion cesse au même moment.

Mais cette poussée s'arrête bientôt, car, en temps normal, les faisceaux de spermatozoïdes mûrs restent en place, supportés par l'extrémité supérieure des colonnes sertoliennes rétrécies, ou par les nouveaux éléments cellulaires formés. Leur chute, dans la lumière des tubes séminipares, semble se faire seulement à la suite d'une excitation sexuelle. Cette chute entraîne avec elle la plupart des spermatides situées entre les faisceaux ; et c'est seulement alors que se continue la formation des nouvelles lignées séminales.

c) *Le testicule du Moineau après l'époque des amours.* — Dès le mois d'octobre, le testicule a repris son volume et sa structure d'hiver. Il est formé de tubes séminipares et d'un tissu interstitiel dans lequel nous n'avons vu aucune trace d'activité élaboratrice se manifester. Il en est ainsi chez le Moineau et chez le Foudi, par exemple. Chez d'autres Oiseaux, tels que le Serin et le Combassou, on trouve également des globules graisseux dans les éléments interstitiels du testicule.

L'activité cinétique des cellules germinatives nous a semblé ne se manifester alors que par des divisions directes. C'est ce qui explique sans doute pourquoi certaines de ces cellules, continuant à élaborer sans se diviser, grossissent et prennent l'aspect qui les a fait décrire sous le nom abusif d'ovules mâles.

Les tubes séminipares sont entièrement remplis par des cellules germinatives à limites nettes, dont la base nucléée repose sur la paroi propre des tubes et dont les sommets se rejoignent au centre.

Dans certains testicules, l'activité élaboratrice de ces éléments nous a paru alors très réduite; dans d'autres testicules, au contraire, nous avons trouvé dans le cytoplasme, des granulations teintes en gris par l'acide osmique, en orange par le Sudan III.

En somme, si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur la vie génitale toute entière d'un oiseau mâle, nous voyons que cette vie est représentée par une succession de courbes semblables à celles que nous avons représentées. Au début se trouve une première préspermatogenèse dont l'origine se trouve dans la vie embryonnaire; à la fin existe une dernière métaspermatogenèse qui se termine par la mort de l'individu.

Référence — W. Waldeyer. *Die Geschlechtszellen, in Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere, von O. Hertwig*, 1 vol., Jena 1905, p. 440.

62. — Résistance des œufs de Poule et de Canard à une humidité excessive.
(*C. R. Société Biologie*, 1900, p. 661).

Au point de vue de leurs moyens de défense contre la trop grande humidité, les œufs d'Oiseaux peuvent être divisés en deux grandes catégories :]

1° Les œufs des Oiseaux de rivages et des Oiseaux aquatiques (Palmipèdes et Échassiers) qui font leurs nids dans des endroits où l'humidité est toujours très grande, quelquefois même en partie dans l'eau, comme le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus* L;

2° Les œufs des autres Oiseaux qui recherchent les endroits secs pour y déposer leur ponte.

1° Les œufs de la première catégorie ont une coquille épaisse, très compacte, recouverte d'enduits variés ou le plus souvent imprégnée de substances grasses. C'est la nature particulière de cette coquille qui protège les œufs de ces animaux contre la trop grande quantité d'eau contenue dans le milieu ambiant.

Quatre œufs de Canard (race de Rouen) pesant respectivement, 77 gr. 54, 80 gr. 54, 80 gr. 54, et 68 gr. 19, sont restés pendant trois jours dans l'eau distillée sans varier sensiblement de poids. L'eau qui les avait contenus, traitée par une solution de nitrate d'argent à 4 p. 1000, n'a montré aucun nuage de chlorure d'argent, ce qui indique bien toute absence de courants osmotiques à travers l'appareil coquillaire de ces œufs.

Dix œufs de Poule (race commune ou de Faverolles et race de Houdan) placés comme témoins, m'ont donné, au contraire, au bout de vingt-quatre heures seulement, des différences de poids variables, mais presque toujours notables (comme le montre le tableau donné dans notre travail). De plus, la réaction du nitrate d'argent a toujours décélé le passage du chlorure de sodium dans l'eau du bain où avaient été plongés les œufs.

Il y a donc eu, à travers la coquille des œufs, deux courants contraires d'endosmose et d'exosmose qui n'ont pas existé pour les œufs de Canards (voir le tableau I de notre travail).

2° Les œufs de la deuxième catégorie d'oiseaux, dans laquelle rentrent les œufs de Poule, sont moins bien protégés par leur coquille, que ceux de la première catégorie. Non seulement ils laissent passer l'eau distillée à travers leur coquille, mais ils absorbent l'eau ordinaire (voir le tableau II).

Ces expériences nous montrent que la coquille des œufs de Poule est, pour l'ovule, un moyen de défense insuffisant contre un excès d'humidité. Mais, au-dessous de la coque, se trouve l'albumen qui complète le rôle de la coquille en gardant dans son intimité, l'eau qui a pu entrer dans l'œuf. La présence de cette eau dans l'albumen ne semble gêner en rien l'évolution de l'embryon, comme l'indique l'expérience suivante.

Quatre œufs de Poule plongés à moitié dans de l'eau ordinaire et mis dans une couveuse se sont comportés comme dans l'incubation ordinaire, rejetant régulièrement une certaine quantité d'eau de leur albumine (voir le tableau III). Ouverts le dixième jour, ils ont donné, tous les quatre, des embryons normaux et parfaitement vivants.

En résumé, la défense de l'œuf des Oiseaux contre l'humidité excessive se fait par deux moyens : d'abord par l'appareil coquillaire qui, dans certains œufs, peut opposer à l'entrée de l'eau dans l'œuf une barrière infranchissable ; ensuite par l'albumen qui garde, dans son intimité, l'excès d'eau contenu dans l'air et protège ainsi le jaune.

Références. — W. Waldeyer. Die geschlechtszellen in *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig. 1er vol., Iena, 1903, p. 458.

CHAPITRE V

EMBRYOLOGIE ET TÉRATOLOGIE

63. — Origine et fonctionnement des glandes sexuelles chez l'embryon d'Oiseau.

(*C. R. Société Biologie*, 1902, pp. 57 et 952. — *C. R. de l'Association des Anatomistes*, V[e] session, Liége, 1903, p. 204. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1904, p. 556.)

Les notions que l'on trouve exposées, dans nos classiques, sur les débuts de la sexualité chez les Vertébrés reposent sur des travaux qui datent déjà de quarante ans. Dès 1867, en effet, Bornhaupt, puis, trois ans plus tard, Waldeyer montrèrent que le testicule et l'ovaire dérivent d'une même région de l'épithélium cœlomique, d'un épaississement de cet épithélium qui court tout le long de la face interne du corps de Wolff.

Les connaissances que l'on a sur cette ébauche ne concernent guère que sa morphologie. Pour étudier son fonctionnement, nous avons pris, comme point de départ, un embryon de Poulet âgé de quatre à cinq jours; c'est l'âge où, d'après Bornhaupt, commence à se différencier l'épithélium germinatif. Sur une coupe transversale de la région abdominale (fig. 21), le fond du cœlôme nous apparaît tapissé par un épithélium unistratifié dont presque tous les éléments renferment des globules de graisse colorés en noir intense par l'acide osmique.

Ces éléments sont de deux sortes. Les uns que nous nommerons *cellules germinatives*, sont petits, d'aspect épithélial, tassés les uns contre les autres et renferment des globules graisseux, placés entre un noyau allongé et la surface libre des cellules; parfois on voit des sphérules de protoplasma, contenant de ces globules graisseux, faire saillie dans le cœlome (fig. 23, en 3); cela ne peut être que des mouvements amœboïdes ou des excrétions fixées au moment même où les cellules se débarrassaient de leur contenu.

Les autres éléments sont plus gros, sphériques et comme enclavés au milieu des cellules germinatives; leur noyau est toujours arrondi, d'aspect vésiculeux et leur corps celluleux également sphérique est chargé de globules graisseux; ce sont les éléments connus sous le nom d'*ovules primordiaux*. On en trouve, à cette époque, non seulement dans l'épithélium germinatif, mais encore dans le tissu mésodermique sous-jacent, dans le voisinage du canal de Wolff, dans le mésentère et, du côté de la queue surtout, jusqu'au voisinage direct des cellules endodermiques qui sont chargées de globules vitellins se colorant également en noir par l'acide osmique.

Dans un mémoire plus détaillé, sur l'origine embryonnaire des glandes génitales, nous préciserons les relations qui existent entre les ovules primordiaux et les cellules endodermiques. Disons seulement ici que, si l'on porte son

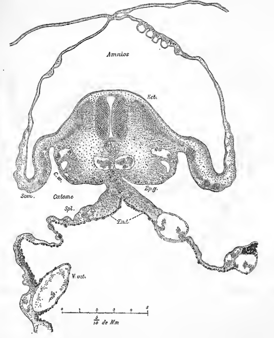


Fig. 21. — Embryon de Poulet âgé de 5 jours. — Coupe transversale de la région abdominale. — *Ect.*, ectoderme ; *Ep g.*, épithélium germinatif ; *End.*, endoderme ; *V.vit.*, vaisseaux vitellins ; *Spl.*, splanchnopleure ; *C.w*, corps de Wolff ; *Som*, somatopleure.

attention sur les ovules primordiaux contenus dans l'intérieur du mésoderme, les déformations de leur corps cellulaire indiquent que nous avons affaire à des éléments amœboïdes.

Nous avons contrôlé ces premiers résultats, obtenus chez le Poulet, en étudiant des embryons de Moineau, de Pigeon, de Canard, de Colin de Cali-

fornic et de Serin. Partout nous avons vu les mêmes élaborations graisseuses se faire dans les éléments qui tapissent le fond du cœlome et cela *indépendamment de tout processus dégénératif nucléaire*. Ces phénomènes sont d'autant plus frappants qu'on ne trouve d'abord, chez les embryons de Poulet de quatre à cinq jours, des élaborations semblables en telle quantité que dans l'endoderme; elles doivent donc signifier autre chose qu'un matériel nourricier destiné à subvenir aux divisions cellulaires, puisque les autres parties de l'embryon qui se

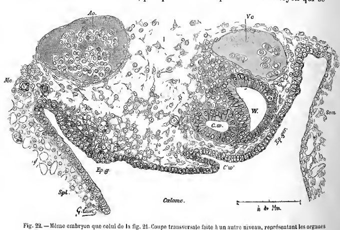


Fig. 22. — Même embryon que celui de la fig. 21. Coupe transversale faite à un autre niveau, représentant les organes qui sont au fond du cœlome, à gauche. — *Ao.*, aorte gauche; *Mé.*, mésoderme; *Spl.*, splanchnopleure; *Ép.g.*, épithélium germinatif; *V.c.* veine cardinale postérieure; *W.*, corps de Wolff; *C.w.*, canalicule de Wolff, et *C'w'*, son embouchure cœlomique; *Som.*, somatopleure.

divisent beaucoup plus activement renferment précisément peu ou pas de graisse.

Quelques jours plus tard, on trouvera de la graisse en abondance dans le corps de Wolff, dans les ébauches des capsules surrénales et surtout dans le foie; partout, en somme, où l'on voit se différencier l'élément glandulaire. En même temps un épaississement notable s'est formé le long de la face médiane du corps de Wolff, de sorte qu'en examinant à la loupe un jeune embryon, on voit un long cordon courir à droite et à gauche du mésentère.

Si l'on fait une coupe transversale de ce cordon on voit qu'il est formé, en grande partie, d'ovules primordiaux et d'éléments plus petits contenant également de la graisse et semblables en tous points aux cellules de l'épithélium germinatif; sans préjuger encore de leur origine, nous pouvons donc les appeler également cellules germinatives. Cette formation glandulaire est limitée à la

superficie par l'épithélium cœlomique, dont les éléments ne renferment plus guère de graisse; dans la profondeur, elle est séparée du corps de Wolff par de larges sinus vasculaires; de place en place, cependant, elle envoie des prolongements épithéliaux également chargés de graisse et qui, du côté crânial, se dirigent vers les veines cardinales. Ces prolongements rejoignent les ébauches des capsules surrénales; plus bas, ils s'unissent directement au corps de Wolff.

A cette époque, les éléments qui constituent les ébauches génitales, se multiplient beaucoup moins activement que les éléments du corps de Wolff et des capsules surrénales. Aussi l'ébauche génitale, au lieu de continuer à couvrir

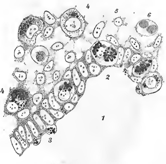


Fig. 23. — Même embryon de Poulet que celui des fig. précédentes, représentant, à un très fort grossissement, une portion de l'épithélium germinatif et du mésoderme avoisinant. — 1, cavité du cœlome droit; 2, région d'union de la splanchnopleure, à droite, avec l'épithélium germinatif, à gauche; 3, sphérules protoplasmiques renfermant de la graisse; 4, ovules primordiaux; 5 et 6, éléments mésodermiques.

toute la face interne du corps de Wolff, apparaît-elle bientôt comme une glande isolée, occupant seulement la région moyenne de ce dernier.

Dans nos notes préliminaires nous avons attribué un caractère glandulaire à ces ébauches génitales et nous croyons toujours qu'il faut leur conserver ce caractère. D'abord elles ont la structure épithéliale des glandes, puis elles élaborent de la graisse avec une activité que l'on ne trouve, au même âge, que chez des organes nettement glandulaires, tels que : le foie, les capsules surrénales et les corps de Wolff; enfin on retrouve toujours ces mêmes élaborations graisseuses à tous les stades du développement des glandes génitales et ce sont elles encore qui seront une des caractéristiques principales des sécrétions chimiques des glandes adultes.

En résumé, il se forme de très bonne heure, chez l'embryon, autour des veines cardinales postérieures, une différenciation glandulaire, limitée du côté du cœlome par la formation connue sous le nom d'épithélium germinatif.

La différenciation cœlomique, qui constitue l'épithélium germinatif, paraît due à une activité élaboratrice particulière. Cette élaboration se traduit objectivement

par la présence, dans le cytoplasma, de globules de graisse colorable en noir par l'acide osmique.

Cette élaboration de graisse ne saurait être considérée simplement ici comme un matériel nourricier, nécessaire à tout organe en évolution rapide. En effet,

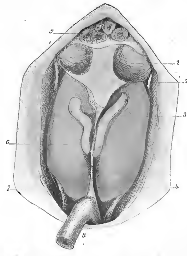


Fig. 21. — Embryon de Pigeon ouvert par le ventre. Vue des organes abdominaux en place. — 1, loges pulmonaires; 2, extrémité crâniale du canal de Wolff; 3, glande génitale gauche; 4, mésentère; 5, vaisseaux et organes du cou coupés transversalement; 6, corps de Wolff droit; 7, extrémité caudale du canal de Wolff; 8, intestin rabattu.

on ne trouve de la graisse en telle abondance, à cette époque, que dans le foie, le corps de Wolff et dans les capsules surrénales, c'est-à-dire dans tous les organes glandulaires; d'un autre côté la glande sexuelle embryonnaire est un organe dont les éléments se multiplient alors peu activement; la partie intramésodermique est celle qui se multiplie avec la plus grande rapidité; or, c'est précisément là que l'on trouve d'abord le moins de graisse. Enfin, dans les ébauches génitales d'autres animaux, tels que les Batraciens, on trouve une élaboration de pigment brun qui ne saurait être considéré, jusqu'ici, comme pouvant représenter un matériel nourricier.

Cette formation glandulaire qui, chez les Oiseaux par exemple, couvre d'abord tout le fond du cœlome, présente bientôt des différenciations morphologiques, variables avec les types, mais qui correspondent évidemment à des

divisions du travail; c'est ainsi que nous les avons vues contribuer à la formation des capsules surrénales, des corps graisseux, des corps de Bidder, d'organes lymphoïdes et peut-être aussi des corps de Wolff.

Les glandes génitales sont donc les sœurs d'organes glandulaires véritables. Dès le début de leur existence, avant même qu'elles soient différenciées en testicule ou en ovaire, elles élaborent des sécrétions chimiques qui se présentent avec les mêmes caractères microchimiques que les sécrétions des capsules surrénales et des corps de Wolff, par exemple. Enfin, ce qui confirme encore cette

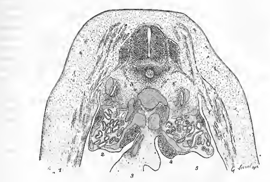


Fig. 25. — Coupe transversale d'un embryon de Moineau d'un âge correspondant à l'embryon représenté fig. 24. — 1, parois du corps; 2, corps de Wolff, 3, mésentère; 4, glande génitale gauche; 5, cœlome.

manière de voir, c'est que, pendant toute la vie de l'adulte, les organes sexuels, devenus nettement glandulaires, présenteront les mêmes élaborations chimiques, de graisse et de pigment, comme nous l'avons montré ailleurs (nos 35 à 40).

La glande germinative se constitue ensuite, chez les Oiseaux, aux dépens de deux origines distinctes : 1° l'une corticale, cœlomique, qui provient de la prolifération de l'épithélium germinatif; 2° l'autre centrale, intramésodermique, qui vient ensuite et provient de la prolifération et d'une différenciation semblable des éléments mésenchymateux sous-jacents à l'ébauche corticale.

Les cellules centrales élaborent également des globules de graisse; elles prennent ainsi l'aspect d'éléments épithéliaux, de sorte qu'au bout de quelque temps il est difficile de dire ce qui provient d'une ébauche ou d'une autre.

Cette double origine morphologique, que nous venons de reconnaître à l'ébauche génitale des Oiseaux, correspond-elle à un état d'hermaphroditisme primitif, comme Laulanié l'a avancé en 1885?

Des recherches ultérieures nous l'apprendront sans doute. Mais on doit

remarquer déjà, cependant, qu'on trouve les mêmes élaborations graisseuses et la même formation d'ovules primordiaux dans les deux sources originelles; ensuite que, chez plusieurs animaux, il n'y a manifestement qu'une seule origine à la glande génitale, soit cœlomique, soit mésenchymateuse.

Pour le moment, il nous semble qu'on peut voir, dans l'ébauche corticale de la

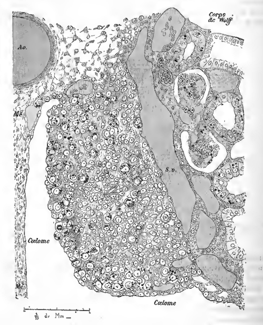


Fig. 26. — Même embryon que celui de la fig. 25. Glande génitale gauche et régions voisines à un plus fort grossissement. — *Ao.*, aorte; *Mé.*, mésentère; *S.v.*, sinus veineux séparant le corps de Wolff à droite de la glande génitale à gauche.

glande germinative des Oiseaux, l'homologue de la glande génitale des Polychètes et des Myriapodes par exemple, qui se forme exclusivement aux dépens du revêtement cœlomique, et, dans l'ébauche centrale, l'homologue de la glande génitale des Balanoglosses, des Géphyriens et des Tuniciers, par exemple, qui provient exclusivement d'amas mésenchymateux.

64. — Origine et Organisation du testicule.

(*C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 57 et 1904, p. 448. — *C. R. Académie des Sciences*, 14 avril 1902 et 28 juillet 1902.)

Nous avons montré dans un autre travail que l'*épithélium germinatif*, puis l'*éminence génitale* qui en dérive, doivent être considérés, au point de vue physiologique tout au moins, comme des organes glandulaires.

Les éléments qui composent ces régions différenciées présentent, en effet, à la périphérie de leur corps cellulaire, des vacuoles de sécrétion plus ou moins grosses et plus ou moins abondantes. La plupart de ces éléments restent petits, car ils se divisent très souvent; d'autres, au contraire, élaborent énergiquement sans se diviser et constituent ce qu'on a appelé des *ovules primordiaux* et des *ovules mâles*. Quant au rôle de cette glande primitive, il consiste probablement, d'après ce qu'on sait de ses dérivés, à verser dans le sang une substance excitatrice du métabolisme de développement.

Chez l'Homme, cette glande se transforme tout entière, probablement, en testicule (ou en ovaire); son rôle, dans la croissance du fœtus, serait alors remplacé par celui d'une autre glande embryonnaire, le thymus, qui se développe à ce même moment.

Chez les Oiseaux, chez le Moineau, du moins, une petite partie de la glande reste toujours, sous sa forme primitive, pour constituer, chez l'adulte, un organe glandulaire jaunâtre, non encore décrit, je pense, et qui est situé à la face postéro-interne de chaque testicule.

Chez les Batraciens, au contraire, une très grande partie de la glande primitive persiste pour former les corps jaunes ou l'organe de Bidder. Il n'est pas rare même de trouver, chez les Crapauds, le testicule remplacé d'un côté, sur toute sa longueur, par un organe de Bidder.

Toutes ces glandes, dont il serait facile de retrouver les homologies chez les autres Vertébrés, gardent, pendant toute leur vie fonctionnelle, à peu prés la structure de la glande primitive; on sait que leur sécrétion agit sur la nutrition générale du corps.

Le testicule dérive donc secondairement d'une formation glandulaire primitive qu'on peut appeler, par conséquent, glande présexuelle.

Aussi, présente-t-il encore, à son début, la structure d'une glande ordinaire en voie de formation. Il est d'abord formé, en effet, de cordons et d'amas épithéliaux pleins qui s'allongent et se multiplient : par prolifération de leurs éléments propres, mais, aussi, par différenciation sur place des autres éléments mésodermiques.

De ces formations épithéliales, les unes s'organisent en *tubes séminipares*, les autres restent sous la forme d'amas isolés et constituent ce qu'on appelle les *cellules interstitielles* du testicule.

A. — Les seuls éléments épithéliaux qui tapissent d'abord les jeunes tubes séminipares se montrent encore sous l'aspect de cellules glandulaires à fonctionnement mérocrine.

Nous avons montré, dans des travaux antérieurs, que ces cellules étaient les éléments souches du futur épithélium séminifère ; c'est pourquoi, et aussi pour les distinguer des autres cellules épithéliales restées isolées, nous leur avons donné l'ancien nom de *cellules germinatives.*

Chez le Moineau adulte, nous avons vu que les tubes séminipares revenaient, tous les hivers, à cet état primitif unistratifié. A la fin de la mauvaise saison, au début de la spermatogénèse, la plupart des cellules germinatives, tout en continuant à sécréter, se multiplient activement pour former les premières cellules séminales, les spermatogonies; d'autres, au contraire, restent sans se diviser, s'hypertrophient et présentent une activité sécrétante toute particulière; ce sont les cellules de Sertoli.

Aprés l'été, alors que toutes ou presque toutes les cellules séminales dégénérent et disparaissent, les cellules germinatives restent dans les tubes séminipares de l'hiver (état unistratifié) comme éléments de réserve pour le printemps suivant.

En étudiant les travaux récents des auteurs, nous voyons que la spermatogénèse de tous les types de vertébrés débute de la même façon que nous venons de le voir chez le Moineau. Aussi croyons-nous pouvoir terminer une de nos communications à l'Académie des Sciences par ces conclusions : *Dans toutes les classes des Vertébrés, les cellules séminales dérivent d'un épithélium glandulaire* [1]. On peut dire alors que le tube séminipare présente deux fonctions sécrétoires distinctes : *a*, une sécrétion chimique, qui est primordiale et se fait par le mode interne; *b*, une sécrétion morphologique qui est secondaire et se fait par le mode externe.

B. — D'après ce que nous venons de voir, les cellules interstitielles du testicule sont des éléments sœurs des cellules germinatives.

Suivant les types, elles se forment, en même temps que ces dernières, aux dépens de la formation glandulaire de l'embryon, ou bien proviennent d'une transformation ultérieure des cellules mésodermiques (cellules conjonctives) restées entre les tubes séminipares.

Cette conclusion d'un premier travail était confirmée, quelque temps après, d'une part par Stéphan, étudiant le Crapaud et quelques Poissons osseux; d'autre part par un Italien, Gaufini, étendant ses recherches à toute la série des Vertébrés. Cependant, à la même époque, d'autres auteurs venaient apporter de nouveaux faits qui montraient les cellules interstitielles comme provenant secondairement de simples cellules conjonctives.

Devant ces données contradictoires, nous avons voulu reprendre encore une fois la question, en étudiant, à nouveau, tous les stades de développement du testicule de Poulet et de Pigeon. De ces nouvelles recherches se dégage un premier fait qui nous paraît incontestable, c'est que, parmi les éléments mésodermiques constituant l'ébauche sexuelle, il en est un grand nombre qui ne s'ordonnent pas en tubes séminipares mais qui restent sous forme de massifs

1. Cette conclusion sera rendue beaucoup plus évidente encore par les recherches que nous poursuivons en ce moment sur les sécrétions chimiques des testicules de Tortue.

épithéliaux situés dans les espaces intertubulaires. Or, il est facile de suivre ces massifs épithéliaux jusque dans le testicule complètement constitué. On remarque alors qu'ils gardent toujours un aspect identique à celui des cellules germinatives et qu'ils élaborent les mêmes substances (graisse, lécithine et lipochromes). Mais il est un autre fait que ces recherches nouvelles nous ont montré et qui semble jeter un jour nouveau sur la question.

Dans le courant du premier et du deuxième mois après la naissance, chez le poulet, on voit le testicule élaborer une très grande quantité de pigment noir insoluble. Or, comme nous l'avons montré autre part, les cellules qui élaborent ce pigment sont des cellules provenant de l'hypertrophie des éléments conjonctifs, situés principalement contre la paroi propre des tubes séminipares. L'élaboration du pigment, se faisant tout d'abord dans le voisinage du noyau, il est un moment où ces cellules présentent l'aspect de cellules épithéliales; mais bientôt cette élaboration envahit toute l'étendue des prolongements de ces cellules qui acquièrent alors l'aspect ramifié des cellules pigmentaires ordinaires.

En résumé, il y a, dans les espaces intertubulaires du testicule du Poulet, deux sortes de cellules élaboratrices à aspect plus ou moins épithélial : les unes, élaborant des pigments clairs, proviennent de l'ébauche germinale et doivent être considérées comme des éléments sœurs des cellules germinatives; les autres, élaborant des pigments foncés, insolubles, sont des éléments conjonctifs hypertrophiés, apparaissant à une époque plus ou moins avancée de l'évolution du testicule. Il faudra donc, sans doute, réserver l'expression classique de cellules interstitielles pour désigner les éléments de la première catégorie.

Devant ces faits nouveaux, il est permis de penser que les deux opinions que nous avons relatées ci-dessus sont justifiées; mais, ce qui fait la confusion, c'est que les auteurs ont dû réunir, sous le même nom de cellules interstitielles, deux sortes d'éléments originairement distincts.

Du reste, en 1899, Lenhossek avait déjà signalé la présence de deux formes de cellules interstitielles chez le rat; mais il n'y a là, pour cet auteur, que des différences structurales d'une seule et même espèce cellulaire. En 1900, Sénat décrivait, chez le même animal, quatre types de cellules interstitielles qu'il considérait comme quatre âges d'un seul et même individu cellulaire naissant et disparaissant sur place. Enfin, Ancel et Bouin viennent de signaler, chez le cheval, la présence de deux sortes de cellules interstitielles sur l'origine respective desquelles ils n'osent encore se prononcer : les unes se colorant par la fuschine S ou la méthyléosine, les autres prenant l'acide picrique ou l'aurantia.

D'autres faits, en dehors des données embryologiques, viennent montrer encore la parenté de certaines cellules interstitielles avec les cellules germinatives. D'abord, il n'est pas rare de voir, chez les Batraciens surtout, certaines de ces cellules se transformer en spermatogonies (ovules mâles); chez le Moineau, au moment du printemps, nous avons vu que les cellules interstitielles, très nombreuses à cette époque, servent à former de nouveaux tubes séminipares ou à allonger les anciens; par contre, au moment de la régression automnale du testicule, certains tubes séminipares disparaissent : les cellules séminales par régression totale, les cellules germinatives en redevenant des cellules intersti-

tielles. Chez les Mammifères, Mathieu a signalé des faits de régression semblable, en même temps qu'il trouve, au milieu des cellules interstitielles du pore, non seulement des spermatogonies, mais encore des spermatozoïdes avortés.

En résumé les éléments épithéliaux du testicule (épithélium séminifère et partie des cellules interstitielles) dérivent de formations glandulaires embryonnaires : épithélium germinatif et éminence génitale, dont le rôle se continue chez l'adulte :

1° Dans la sécrétion interne du testicule;

2° Dans les glandes prétesticulaires des Oiseaux,

3° Dans le corps jaune des Batraciens;

4° Dans l'organe de Bidder des Crapauds et probablement dans d'autres formations glandulaires propres à cette région.

En ce qui concerne la sécrétion interne du testicule, on peut distinguer trois formes histiques particulières : la cellule interstitielle, la cellule germinative et la cellule de Sertoli. Ces trois formes cellulaires ont même origine et peuvent, probablement, passer de l'une à l'autre.

Quant à la sécrétion morphogène du testicule qui donne naissance aux spermatozoïdes, elle est une modification d'un épithélium glandulaire ordinaire.

Enfin, sans insister ici, nous dirons que ces notions permettent d'expliquer un certain nombre de malformations testiculaires que les auteurs décrivent sous les noms d'hermaphrodisme glandulaire primitif, d'ovo-testis, etc.

Références. — Un mémoire en préparation, comportant des figures explicatives, viendra bientôt donner plus d'autorité à ces recherches qui ont déjà été confirmées pourtant dans les travaux suivants :

— P. Stéphan. Sur les homologies de la cellule interstitielle du testicule, *C. R. Société de Biologie*, 1903 : « Loisel appelle avec raison, l'attention sur le fait que les éléments interstitiels du testicule sont des cellules sœurs des cellules germinatives. Les études que j'ai faites sur les organes génitaux du Crapaud et de certains Poissons osseux me font rallier entièrement à cette opinion. » — W. Waldeyer. Die geschlechtzellen, (*loc. cit.*, n° 68, pp. 415 et 440).

65. — Sur les fonctions du corps de Wolff chez l'embryon d'Oiseau.

(*C. R. Société de Biologie*, 1902, p. 956.)

Jusqu'à présent le corps de Wolff a été considéré, par les auteurs, comme jouant exclusivement, chez l'embryon, le rôle d'organe émulgent. Or, les recherches que nous avons faites, dans ces derniers temps, nous ont montré, que ses éléments épithéliaux élaborent des substances grasses particulières dès le début de leur formation. Pour bien faire voir la généralité des phénomènes que nous avons observés, nous allons considérer succinctement cinq âges différents, choisis dans les quatre espèces d'Oiseaux suivantes : Poulet, Colin, Moineau et Canard.

1° On sait que les canalicules du corps de Wolff dérivent, directement ou

indirectement, du fond du cœlome, c'est-à-dire d'un épithélium qui élabore déjà lui-même de la graisse. Chez un embryon de Poulet âgé de quatre-vingt-dix-huit heures (fig. 22), on trouve des globules de graisse dans la partie du canalicule Wolfien qui s'ouvre, encore ici, dans le cœlome (fig. c'w'); on en trouve également dans le reste du canalicule (cw) mais en moins grande abondance.

2° Un embryon de Colin, âgé de cinq jours (fig. 27), nous montre un degré d'organisation plus accentué; on trouve de la graisse, non seulement

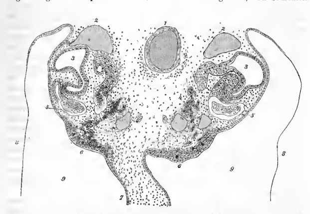


Fig. 27. — Embryon de Colin de Californie. Coupe transversale des organes situés au fond du cœlome abdominal. — 1, aorte; 2, veines cardinales postérieures; 3, canal et canalicules de Wolff, 4, ébauche des capsules surrénales reliées par des cordons épithéliaux aux ébauches génitales (6); 5, glomérules du corps de Wolff; 6, ébauches des glandes génitales; 7, mésentère; 8, parois du corps; 9, cavité du cœlome.

dans toute l'étendue des canalicules Wolfiens, mais encore dans le canal de Wolff lui-même. Les glomérules ne renferment pas de graisse.

3° Dans un stade ultérieur montré par un jeune embryon de Moineau, dont je n'ai pu déterminer l'âge, on observe une division très nette dans l'activité sécrétoire de l'organe. Les glomérules restent toujours indemnes de graisse. Les canalicules de Wolff qui leur font suite se divisent en deux régions :

a) Une première région qui touche au glomérule, et dont l'épithélium est formé de grandes cellules cylindriques à épithélium granuleux dans toute leur étendue; c'est dans cette région qu'on trouve de la graisse.

b) Une deuxième région qui unit la précédente au canal de Wolff, et dont l'épithélium paraît plus bas et plus clair, surtout dans sa partie centrale; là, en effet, se forment périodiquement des boules hyalines, qui font de plus en plus saillie à la surface de l'épithélium et finissent par crever dans l'intérieur

du tube; c'est surtout alors que cet épithélium paraît cubique; il ne renferme pas de graisse.

Le canal de Wolff de cet embryon de moineau ne renfermait pas non plus de graisse; mais son épithélium, unistratifié, présentait les mêmes formations hyalines venant crever à sa surface.

4° Il faut arriver au septième ou au huitième jour, chez l'embryon de Poulet, pour trouver le corps de Wolff à peu près complètement constitué.

Ici les canalicules de Wolff renferment de la graisse dans toute leur étendue, aussi bien dans la région voisine du glomérule que dans la région distale. Cette graisse est en plus grande abondance que précédemment; on en trouve généralement, à la base de chaque cellule, une seule grosse goutte, et, dans le reste du corps cellulaire, de fines goutelettes en nombre variable ; toutes ces cellules paraissent vivantes; elles continuent à se diviser très activement par karyokynèse. Le canal de Wolff ne renferme pas de graisse ; il en est de même pour un certain nombre de canalicules.

5° Enfin nous citerons le cas d'un embryon de Canard de Barbarie, âgé de douze à quinze jours, qui nous montre le corps de Wolff à une époque voisine de sa régression. En général, nous trouvons ici les mêmes aspects que dans le corps de Wolff du type précédent ; cependant les cellules de certains canalicules sont chargées d'une quantité de graisse encore plus grande et, dans ces cellules, le noyau semble présenter des signes de dégénérescence. De plus, le bleu de Unna nous a montré, dans ce corps de Wolff, une sécrétion se colorant en vert et formant parfois bouchon dans la lumière des canalicules.

Les canalicules du rein définitif, déjà très développé ici, renfermaient la même sécrétion verdâtre ; mais, par contre, on ne voyait dans leurs cellules aucune trace de graisse.

En résumé, la concordance que nous avons trouvée chez ces quatre espèces d'Oiseaux nous permet de conclure que le corps de Wolff joue, chez l'embryon, le rôle d'un organe élaborateur en même temps que celui d'un organe épurateur.

Comme la glande génitale embryonnaire, il élabore des substances graisseuses dans l'intérieur de ses cellules. C'est peut-être l'exagération de cette fonction qui amène la régression du corps de Wolff et sa disparition chez les Vertébrés supérieurs.

Chez les Anamniotes, où le corps de Wolff devient le rein définitif, la même fonction persiste probablement chez l'adulte. En effet, dans l'épithélium des canalicules Wolffiens de la Lamproie, Renaut signale la présence de granulations graisseuses rangées transversalement au niveau du noyau de chaque cellule.

Chez les uns comme chez les autres, des recherches plus approfondies sont nécessaires. Elles constateront peut-être un rapport entre cette élaboration embryonnaire que nous venons de mettre en évidence et la sécrétion interne des reins des Vertébrés, signalée pour la première fois en 1892 et bien étudiée depuis par Vitzou.

66. — Croissance comparée des fœtus mâle et femelle dans l'espèce humaine.

(*C. R. Société de Biologie*, oct. 1905.)

Ces recherches font partie d'une étude d'ensemble que nous poursuivons actuellement sur la sexualité.

Les statistiques montrant que, dans l'espèce humaine, le sexe femelle est plus viable que le sexe mâle, et cela dès la naissance, il était intéressant de rechercher si cette différence existait dans la vie embryonnaire et quelle pouvait être sa cause. Pour cela nous avons étudié comparativement 729 pesées ou mensurations concernant les viscères de 72 fœtus âgés de 3 mois, 5 à 6 mois.

Les poids moyens absolus, que nous avons d'abord considérés, montrent déjà une prépondérance en faveur des femelles, pour les reins, les capsules surrénales, le foie, le thymus et le cœur; cette prédominance est d'autant plus marquée que le poids total du corps est beaucoup plus grand chez le mâle que chez la femelle. Il peut donc se faire que le poids relatif des autres organes soit également plus lourd chez les femelles. Pour le savoir, nous divisons le poids total du corps par le poids des organes de sexe correspondant et nous voyons qu'en effet, le poids de la rate est la 756e partie du poids total chez les mâles et seulement la 750e chez les femelles, celui des poumons est la 40e partie chez les mâles et la 38e partie chez les femelles, enfin celui de l'encéphale représente la 8e partie du poids total du mâle et la 7e seulement chez la femelle.

Pour serrer de plus près la question, nous avons considéré chacun de ces organes, âge par âge, en rapportant son poids au poids total du corps.

Nous avons vu alors que, d'une façon générale, tous les viscères sont plus lourds dans le fœtus femelle. Le 5e mois est cependant un âge critique pour le sexe femelle; à cette époque, en effet, le poids relatif des viscères diminue chez lui pour se rapprocher du poids des organes mâles ou même tomber au-dessous. Mais l'avantage réapparaît dans la période suivante, pour les viscères du fœtus femelle, sauf cependant pour les poumons et pour la rate. Cette étude nous montre, de plus, que la croissance relative des organes se fait par périodes de hausse et de baisse; ces périodes ne sont pas parallèles dans les deux sexes; le commencement du 5e mois correspond, en général, à une baisse pour les femelles et à une hausse pour les mâles.

Si l'on considère maintenant le poids total des fœtus qui va nous renseigner surtout sur le développement du squelette et des muscles, nous voyons que ce poids ne devient prépondérant dans le sexe mâle qu'à partir du 5e mois. Il en est de même pour la croissance en longueur totale du corps, qui traduit plus spécialement ici le développement du squelette. Jusqu'au milieu du 4e mois, la longueur du fœtus femelle va en surpassant de plus en plus celle du fœtus mâle; elle se rapproche ensuite de celle-ci, pour marcher presque parallèlement au-dessus d'elle jusqu'au milieu du 5e mois; à partir de cet âge, elle s'abaisse fortement pour devenir ensuite moins grande que dans le sexe mâle.

En résumé, tous les organes sont plus lourds dans le fœtus femelle que dans le fœtus mâle, jusque vers le 4e mois. La prédominance passe ensuite au mâle,

mais seulement pour les poumons et les pour les organes de la vie de relation proprement dite; ainsi le muscle cardiaque reste toujours plus lourd chez les femelles. Les organes qui servent réellement à l'individu, pendant la vie embryonnaire, restent toujours plus développés dans le sexe femelle.

Si l'on considère maintenant que les différences en faveur des femelles sont surtout pour le foie, le cœur, les capsules surrénales et les reins, on tirera cette autre conclusion que la vitalité plus grande des organismes femelles tient à ce qu'ils sont mieux nourris et mieux épurés.

Nous nous sommes demandé ensuite si l'activité de croissance du fœtus était la même dans les deux sexes. Pour cela, nous avons fait le rapport des poids d'un âge donné au poids de l'âge immédiatement précédent, en nous servant des moyennes que nous avions établies précédemment.

Considérant d'abord le poids total, nous avons vu que l'activité totale du corps du fœtus va toujours en diminuant dans le sexe mâle, du troisième au sixième mois. Plus faible d'abord chez la femelle, par rapport à l'autre sexe, cette activité finit par devenir un peu plus grande chez la femelle. Mais ce qui est surtout à noter, c'est une suractivité de croissance qui se manifeste, chez la femelle, dans la première moitié du cinquième mois; chez le mâle, à cette époque, il y a seulement un ralentissement dans la diminution de l'activité de croissance. Cette dernière période de la vie fœtale est encore beaucoup plus caractérisée, quand on mesure l'activité de croissance dans la longueur totale, comme nous l'avons fait également.

Si nous considérons maintenant le poids relatif de chaque organe en particulier et si nous comparons les activités de croissance dans les deux sexes, nous voyons, tout d'abord, que la croissance des organes n'est pas continue, mais se fait par périodes ou par crises. D'un autre côté ces crises alternent d'un sexe à l'autre, comme nous le montrerons plus clairement avec les graphiques que nous publierons dans un mémoire détaillé, et comme nous le résumons ici :

Une première période, qui va de quatre mois à cinq mois, correspond à une suractivité générale de croissance du mâle (sauf pour les poumons et peut-être aussi pour le squelette et les muscles). Dans le sexe femelle, on observe, au contraire, une diminution dans l'activité de tous les organes, sauf pour le foie, le thymus et le cœur.

Dans une deuxième période de cinq mois à cinq mois et demi, la suractivité de croissance passe au sexe femelle, excepté pour les poumons ; chez le mâle, au contraire, l'activité de croissance diminue, sauf pour les poumons.

Une troisième période enfin, qui s'étend de cinq mois et demi à six mois. nous montre, chez le mâle, un retour de la suractivité de croissance pour tous les viscères ; on voit, au contraire, une diminution de croissance chez la femelle, à l'exception des reins, du thymus et des poumons qui continuent à s'accroître.

En résumé, dans la période de la vie fœtale qui s'étend du troisième au sixième mois, la croissance des organes marche par poussées successives qui vont en diminuant d'intensité au fur et à mesure que l'organisme se complique. D'un autre côté la *somme* des activités de croissance des organes est plus grande chez le mâle que chez la femelle. Or, comme nous avons vu que, dans la même

période, le poids relatif de tous les organes de la vie de relation était plus grand chez les fœtus femelles que chez les fœtus mâles, il faut en conclure que cette suractivité ne conduit pas, pour l'organisme mâle, à un bénéfice réel, du moins si on le compare avec le sexe femelle en voie de développement.

Cette idée concorde du reste avec les données de la physiologie comparée qui nous montrent constamment, dans la série animale tout entière, que les organismes femelles possèdent une plus grande vitalité que les organismes mâles.

Si, d'un autre côté, nous nous rappelons le fait du plus grand développement des reins, des capsules surrénales et du foie dans le sexe femelle, on doit admettre, il nous semble, que la suractivité propre au sexe mâle est due à la présence de substances stimulantes en excès, de l'ordre des substances excrétrices; ces stimulines seraient moins bien détruites, ou plus mal rejetées, dans le sexe mâle que dans le sexe femelle.

Références. — Ces recherches n'ont pas encore paru en mémoire détaillé. Elles ont pourtant attiré déjà l'attention des critiques scientifiques des grands journaux politiques, tel que celle de M. de Varigny dans le *Temps*. D'un autre côté, elles ont reçu leur confirmation dans une note de M. J. Noé, à la Société de Biologie (*C. R.*, 1905, p. 1451) qui montre que, chez la Marmotte, le sexe femelle présente également une activité prépondérante dans les fonctions de nutrition.

67. — Croissance de Cobayes normaux ou soumis à l'action du sel marin ou du sperme.

(*C. R. Société de Biologie*, 1905, p. 506).

Ces recherches ont été entreprises d'abord pour servir de contrôle à des expériences faites en vue d'étudier l'influence du sperme sur la croissance.

Elles ont porté sur neuf jeunes Cobayes pris aussitôt après la naissance, élevés, nourris et pesés exactement dans les mêmes conditions que nos autres sujets en expérience.

Trois de ces Cobayes, laissés sans aucune influence anormale et pris comme témoins, ont été pesés chaque jour et nous ont donné trois séries de chiffres à peu près comparables entre eux et qu'il serait fastidieux de rappeler ici.

Ces données nous montrent que les Cobayes subissent une diminution marquée de poids pendant les trois premiers jours qui suivent la naissance. La courbe de croissance s'élève ensuite régulièrement jusque vers le quinzième ou le dix-septième jour où elle présente un abaissement momentané de poids; la courbe reprend ensuite sa régularité jusqu'à la fin du premier mois où l'on voit réapparaître des oscillations périodiques qui vont durer pendant toute la durée du second mois pour devenir encore plus accentuées à l'approche de la puberté.

Nous nous sommes demandé ensuite si la petite plaie faite à la peau et l'injection de la solution physiologique salée à 8 pour 1 000 ne pouvaient point agir déjà sur la croissance de nos jeunes animaux. Nous avons donc suivi la croissance de trois autres Cobayes frères, pris seulement douze heures après

leur naissance et recevant régulièrement des injections de solution physiologique.

Nous avons vu ainsi que l'injection d'eau salée ne paraît guère gêner la croissance des Cobayes. Les courbes obtenues sont directement superposables aux courbes données par la première expérience. On trouve également un ralentissement de croissance pendant les trois premiers jours; puis, à partir du quinzième jour, on constate des oscillations comparables à celles que nous avons signalées plus haut, à la même époque, mais beaucoup plus accentuées. Il en est de même pour le ralentissement et pour la chute de croissance qui se produit vers la fin du second mois.

C'est alors seulement que nous commençons nos recherches concernant l'action du sperme de Cobaye adulte sur la croissance des jeunes Cobayes.

L'étude des chiffres nouveaux que nous obtenons montre que la croissance est, dans ces conditions, fortement troublée et qu'elle montre une courbe désordonnée à partir de la deuxième semaine.

En résumé, la courbe de croissance des Cobayes normaux présente d'abord une chute pendant les trois premiers jours qui suivent la naissance; la courbe reprend ensuite une marche régulièrement ascendante jusqu'à la fin du premier mois, en présentant constamment une chute plus ou moins accentuée vers le quinzième ou dix-septième jour; pendant le second mois, la courbe de croissance présente des oscillations périodiques qui vont s'accentuer surtout aux approches de la puberté.

L'injection périodique d'eau salée exagère les périodes d'oscillation constatée dans les courbes normales; à la période prépubertaire, par exemple, on constate une grande chute de poids, qui ramène le Cobaye de cinquante jours au poids qu'il avait à quarante-trois jours.

L'injection périodique de 1 ou 2 centimètres cubes de sperme exagère encore davantage les oscillations, de sorte que la courbe de croissance devient tout à fait désordonnée. De plus, on constate un ralentissement et même un arrêt de croissance du dix-neuvième au trente et unième jour. L'extrait testiculaire présente une influence moins grande sur la croissance que l'extrait de sperme.

68. — Tératocytologie de la préspermatogenèse.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, p. 207).

Dans tout le cours de la préspermatogenèse, on rencontre un grand nombre de formes cellulaires anormales qui paraissent être, pour la plupart, des formes dégénératives.

a). Si l'hypertrophie des spermatogonies et même des spermatocytes est un phénomène normal au début de la préspermatogenèse, c'est-à-dire au moment où les crises sexuelles sont encore espacées l'une de l'autre, il n'en est plus de même vers la fin.

En effet, au fur et à mesure que l'on se rapproche de la spermatogenèse, on voit les spermatogonies se diviser plus fréquemment et, par conséquent, devenir plus petites. Si, à cette époque, on rencontre des gonies hypertrophiées, on doit les considérer alors comme des formes anormales, comme des tératocytes, destinés à disparaître par dégénérescence.

Les noyaux des spermatogonies sont d'ordinaire assez régulièrement sphériques. On peut en voir cependant qui ont des étranglements plus ou moins prononcés dus, probablement, à des phénomènes amitotiques.

Du resto, le noyau des spermatogonies présente *normalement* des phénoménes d'excrétion qui se traduisent par la sortie, du noyau, d'une ou plusieurs petites masses chromatiques. Cette expulsion de matière chromatique peut se faire au moment même, ou en dehors d'une division ; dans ce dernier cas, elle s'accompagne souvent d'une sorte de bourgeonnement de la membrane nucléaire qui ne présente alors rien de tératologique.

Enfin, de même que les premières spermatogonies acquièrent promptement des caractéres hypertrophiques, de même nous avons vu assez souvent les premiers spermatocytes prendre un dévelppement que nous ne devions plus retrouver plus tard. Toutefois, ce phénoméne ne paraît pas se présenter avec la régularité et la constance du précédent.

b). L'étude des dégénérescences cellulaires qui se font dans tout le cours de la préspermatogenèse est très importante au point de vue historique. Cette étude montre, en effet, comment les auteurs ont pu attribuer tour à tour aux cellules germinatives et aux spermatogonies du testicule fœtal, le rôle capital dans la formation de l'épithélium séminifère.

Pour Balbiani et Prenant, les *ovules primordiaux* (*grosses spermatogonies*) dégénèrent tous après s'être multipliés ou non ; les cellules germinatives seules persistent pour donner naissance à la lignée séminale.

Avec la Valette Saint-Georges, Benda et Hermann, ce sont, au contraire, les cellules germinatives qui représentent l'élément accessoire, dégénératif, alors que les autres forment l'épithélium séminifère.

En réalité, les uns et les autres ont raison, dans une certaine mesure, car ils ont bien vu les dégénérescences qu'ils ont décrites. Mais alors que la Valette Saint-Georges, Benda et Hermann portaient toute leur attention sur la dégénérescence des cellules germinatives, les autres trouvaient surtout des dégénérescences d'ovules primordiaux dans les testicules qu'ils étudiaient.

Ces deux éléments ne sont pas, en effet, deux espèces de cellules. Ce sont deux formes d'évolution d'un même type hystique, l'épithélium germinatif. Nous avons vu que les cellules gorminatives représentaient la continuation directe de cet épithélium ; elles se multiplient pendant un certain temps sous cette forme de cellule germinative, puis les dernières cellules filles se transforment pour la plupart en spermatogonies ; quelques-unes cependant dégénèrent avant cette transformation. Les spermatogonies constituent donc un type plus évolué que les précédentes. Leur formation indique le premier effort du testicule pour remplir sa fonction sexuelle. Mais, dans les premiers temps de la préspermatogenèse, ces éléments atteignent un volume considérable parce qu'ils se divisent

rarement ; c'est sous cette formo hypertrophique qu'on en voit beaucoup dégénérer, avant ou pendant un essai de division.

69. — Les Blastodermes sans embryon.

(*C. R. Académie des Sciences*, 11 février 1901 et *Revue générale des Sciences*.)

« Tous les embryologistes qui ont eu l'occasion d'ouvrir un très grand nombre d'œufs de poule, aux premiers jours de l'incubation, ont certainement rencontré plusieurs fois des blastodermes sans embryon. Wolff, en 1768, est probablement le premier auteur qui ait signalé l'existence de ces blastodermes; plus tard, Panum, puis Broca en ont parlé dans leurs Mémoires; enfin Dareste les a décrits et figurés dans son ouvrage magistral; malheureusement, il n'a pas poursuivi leur étude, car, de même que Broca, il considérait ces formations comme étant le dernier terme de l'épuisement de la vitalité du germe, épuisement provenant du fait d'une incubation tardive.

« La lecture de ces auteurs, mais surtout les observations personnelles que nous avons faites sur ce sujet, depuis plusieurs années, nous ont permis de distinguer deux sortes de ces blastodermes : 1° les *blastodermes inembryonnés faux*, c'est-à-dire ceux qui ont renfermé, ou qui renferment encore, des traces de formation embryonnaire; 2° les *blastodermes inembryonnés vrais*, c'est-à-dire ceux qui, à aucun moment de leur existence, n'ont jamais eu d'embryon.

« Cette distinction, qui avait déjà été faite implicitement par Dareste, a une importance qui dépasse de beaucoup la question morphologique, comme nous allons le voir.

« 1° Les faux blastodermes sans embryon rentrent dans la catégorie des monstruosités simples de Dareste. Ils proviennent de développements qui ont commencé d'abord normalement, c'est-à-dire avec la formation d'un embryon, mais ce dernier étant mort de très bonne heure, son corps s'est désorganisé et a disparu plus ou moins complètement, alors que son blastoderme a continué à se développer pendant quelque temps. Ce premier groupe do blastodermes se reconnaît à ce que la partie centrale de chaque formation présente encore, généralement, des restes de l'embryon, ou bien, comme l'ont vu Agassiz et Dareste, à ce que la partie de l'albumen correspondant à la région embryonnaire a été résorbée, laissant, en cet endroit, un petit espace circulaire vide.

« 2° Les vrais blastodermes sans embryon se développent toujours seuls, sans présenter jamais, en aucune région de leur étendue, trace de formation embryonnaire.

« Mais, alors que l'on peut concevoir les premiers, en partie du moins, comme une extension de l'aire germinative, ceux-ci se développent indépendamment du germe et en dehors de lui. Ils se forment donc quand le pronucléus femelle n'a pas reçu l'imprégnation d'un spermatozoïde.

« S'ils débutent dans le voisinage de la cicatricule, ils envahissent bientôt la région germinative en absorbant le germe, et, alors, il peut être assez difficile de

les distinguer des précédents. S'ils apparaissent, au contraire, loin de la cicatricule, dans la région équatoriale du jaune, ils se développent bien également en allant vers le germe, c'est-à-dire vers les régions de plus en plus riches en protoplasma, mais on a beaucoup plus de chances de les rencontrer, avant qu'ils aient atteint le germe.

« C'est un des cas des plus nets, en même temps que des plus rares, que nous ayons observé, en 1901, chez un œuf de poule qui était en incubation normale depuis deux jours. Sur le jaune de cet œuf, la cicatricule présentait les caractères bien connus d'une cicatricule inféconde. Elle formait une tache blanche circulaire, plus petite que la cicatricule féconde ; ses contours étaient réguliers, mais son contenu était grumeleux. Loin d'elle, à une distance de 15 millimétres, se trouvait une bande blastodermique, large de 5 millimétres, qui faisait tout le tour du jaune, un peu au-dessus de l'équateur. Ses deux bords n'étaient pas semblables ; le bord supérieur était complétement isolé du jaune et libre de toute adhérence avec la membrane vitelline. Le bord inférieur, au contraire, était très mince et adhérait assez fortement au jaune, mais surtout à la membrane vitelline.

« Débitée en coupes, après fixation dans le liquide de Kleinenberg, cette bande zonale blastodermique nous a montré, à la surface, une couche continue de protoplasma contenant des noyaux tassés les uns contre les autres ; au-dessous de ce feuillet superficiel, et adhérente à lui, était une épaisse couche de grains vitellins parsemés de cellules à aspect mésenchymateux, disposés sans aucun ordre régulier. Le long du bord supérieur, cependant, on ne trouvait que des cellules et pas de grains vitellins ; ici, ces cellules étaient beaucoup plus nombreuses qu'autre part et formaient par leur présence le bourrelet signalé plus haut. Dans ce bourrelet les cellules étaient lâchement unies entre elles ; de place en place cependant, elles formaient des amas cellulaires tout à fait semblables à ceux qui constituent les *germes vasculaires*.

« En résumé, cette étude histologique nous montre que le bord inférieur de notre blastoderme correspondait à la région où il avait pris naissance : son bord supérieur, au contraire, répondait à la région de prolifération, celle par où se faisait l'envahissement du jaune. Le développement de cette formation blastodermique se faisait donc de l'équateur vers le pôle germinatif, c'est-à-dire en sens inverse de ce qui existe dans le développement normal.

« Cette observation, que nous croyons unique, vient apporter une contribution très intéressante à l'étude des noyaux vitellins ou noyaux de mérocytes. Dans la région du jaune où il se trouvait, notre blastoderme a dû provenir, en effet, de la pullulation de noyaux vitellins ; or ces noyaux ne peuvent être considérés, ici, comme des éléments dérivés du germe, puisque celui-ci ne s'était pas développé. D'un autre côté, il n'existe pas de noyaux vitellins dans l'œuf non fécondé, surtout dans la région équatoriale du jaune. Il ne reste donc, *jusqu'à maintenant*, qu'une seule origine admissible pour ce blastoderme zonal ; c'est celle de spermatozoïdes aberrants qui seraient venus se loger et auraient proliféré dans cette partie de l'ovule, alors que la région du pronucléus femelle aurait été épargnée par eux.

70. — Incubation d'œufs de Poule retirés de leur coquille.

(*C. R. Société de Biologie*, 16 juin 1900, p. 582.)

La coquille et la membrane coquillère de l'œuf de poule paraissent avoir surtout pour rôle de maintenir en place l'albumen autour du jaune. En effet, ces parties sont perméables aux gaz (Schwann, Naudrimont et Martin Saint-Ange, Giacomini, Féré, etc.), à certains microorganismes (Panceri), et enfin aux liquides, comme il est facile de s'en rendre compte par des pesées comparatives. Par contre, l'albumen aurait un rôle protecteur en même temps que nutritif; il maintiendrait autour de l'ovule l'humidité nécessaire à son développement et arrêterait les microbes qui auraient pu traverser la coquille.

Sous l'influence de ces idées, nous avons commencé quelques séries d'expériences dont une nous a donné des résultats très intéressants.

Cette expérience consiste à casser un œuf en deux et à verser avec précaution le contenu de la coquille dans un petit cristallisoir de cinquante à soixante centimètres cubes, puis à placer le tout dans une couveuse chauffée à 40 degrés.

Sur six œufs traités ainsi, quatre n'étaient pas fécondés et n'ont rien présenté; les deux autres, placés en incubation dans une chambre humide, se sont très bien développés et ont donné naissance à deux embryons qui étaient parfaitement normaux et vivants le quatrième jour: mais alors des moisissures ont envahi l'albumen, et, le soir, les embryons étaient morts. Pendant ces quatre jours, l'albumen était resté liquide et n'avait présenté aucune modification physique. Le jaune venant à la surface avait une tendance à se dessécher du côté libre; aussi avais-je eu soin de tourner le germe vers le fond du cristallisoir et de verser de temps en temps, dans les récipients contenant les œufs, un peu d'albumine provenant d'un autre œuf. Nous avons recommencé cette expérience avec d'autres œufs placés à l'air libre dans la couveuse et aujourd'hui, deuxième jour après le début de l'expérience, nous avons des embryons bien vivants et normaux.

Référence : W. Waldeyer. Die geschlechtzellen, in *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig. 1 vol. Iena, 1905, p. 397.

71. — Développement d'ovules de Poule incubés dans de l'albumen de Canard.

(*C. R. Société de Biologie*, 1900, p. 757.)

Les expériences de Béguelin, sur l'incubation des œufs de poule ouverts, celles de Preyer, de Féré et de nous-même sur les œufs sortis de leur coquille ont un autre intérêt que celui de la simple curiosité. Elles permettent, en effet, d'agir directement sur l'embryon et de substituer aux procédés tératologiques actuels une méthode plus scientifique.

Nous donnons ici les premiers résultats d'expériences que nous avons com-

mencées pour essayer de déterminer l'influence des réserves accessoires de l'œuf des oiseaux, c'est-à-dire, de l'albumen, sur la constitution de l'embryon.

Des œufs de poule (race Faverolle) ont été ouverts et l'albumen retiré aussi complètement qu'il est possible de le faire sans léser le jaune. Nous avons remplacé le blanc par de l'albumen d'un œuf de canard (race de Rouen) et nous avons mis à incuber ces œufs, ainsi préparés, dans une chambre humide, formée simplement d'une soucoupe contenant de l'eau et recouverte d'un large entonnoir; de cette façon, on peut obvier à l'asphyxie de l'embryon, au moins pendant les premiers jours du développement.

Dans ces conditions, six œufs examinés le troisième jour de l'incubation nous ont donné les résultats publiés dans notre communication à la Société de Biologie.

Les résultats que nous avons obtenus sont assez discordants; ils ne peuvent encore se prêter à des conclusions générales parce que nous n'avons pas tenu compte, dans ces expériences préliminaires, des autres facteurs qui peuvent intervenir également dans les conditions où nous nous sommes placé.

Ils nous montrent seulement ce fait, déjà si intéressant par lui-même, de la possibilité de faire développer un ovule dans un milieu spécifiquement différent.

72. — Revue annuelle d'Embryologie.

(*Revue générale des sciences*, depuis 1901.)

Nous avons reproduit plus haut (p. 19) une partie de l'introduction de la première de ces revues.

Voici les titres des principaux sujets que nous avons traités, jusqu'ici, chaque année :

En 1901. Recherches sur la fécondation chez les animaux.
Recherches sur la fécondation chez les végétaux.
Le clivage de l'ovule et la parthénogenèse artificielle.
Théories nouvelles de la fécondation.
Les dérivés des fentes branchiales.
Sur les métamorphoses.

En 1902. Enseignement et étude de l'Embryologie.
Travaux généraux, traités et méthodes embryologiques.
Les bases embryologiques de la pathologie.
Nutrition de l'embryon.
Fonctions glandulaires spéciales à la vie embryonnaire.
Développement de l'appareil digestif des vertébrés : bouche, langue, glandes salivaires, foie, pancréas, villosités intestinales.
Embryologie anormale.

1903-1904. — Facteurs de l'évolution agissant sur la croissance et sur le développement :

a) Définition des termes : évolution, croissance et développement.
b) Application de l'Énergétique à l'Embryogénie.
c) Action de l'électricité sur la croissance.
d) Action du radium sur la croissance.

La croissance et le développement des individus considérés surtout d'après les sexes :
a) Dans la vie embryonnaire.
b) Après la naissance.
c) Croissance de l'utérus et de l'ovaire chez la femme.
d) Croissance du corps au moment de la puberté.

Recherches nouvelles sur les métamorphoses.

Recherches nouvelles sur l'œuf :
a) Formation des œufs composés.
b) Membranes de l'œuf.
c) Structure du cytoplasma ovulaire.
d) Structure du noyau.
e) Vitalité de l'ovule.
f) Classifications embryologiques des œufs. Traités généraux. Technique embryologique.

En 1905. — Parthénogenèse naturelle et artificielle.

Recherches nouvelles sur la fécondation.

La gastrulation des vertébrés : a) gastrulation des amphibiens ; b) passage de l'œuf holoblastique à l'œuf méroblastique ; c) développement des téléostéens, vésicule de Kupfer ; d) gastrulation des reptiles ; e) oiseaux et mammifères.

Sur la ligne primitive.

Formation du corps de l'embryon.

Modes de fermeture du blastopore.

Théories de la concrescence.

Théories sur l'évolution de la gastrula chez les vertébrés.

La polyembryonie spécifique ou germinogonie : a) la polyembryonie chez les hyménoptères parasites ; b) rapports entre la polyembryonie et les autres modes de reproduction asexuée ; c) essai de sériation des phénomènes de l'agamogenèse.

Dans ces différentes revues, on trouvera, au total, le compte rendu de 391 notes ou mémoires.

Références. — Ces revues ont toujours été faites dans un esprit critique qui a parfois permis aux auteurs de rectifier ou de préciser certains points de leurs travaux. Nous citerons par exemple, dans cet ordre d'idées, la note de C. Viguier (*Archives de zoologie expérimentale*, 1905).

CHAPITRE VI

HISTOGENÈSE ET HISTOPHYSIOLOGIE

73. — Formation et évolution des éléments du tissu élastique.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1897, p. 129-197, 9 fig. et 3 pl.)

Ce travail concerne d'abord le développement des fibres élastiques dans le ligament cérébral des Mammifères (Cheval, Veau et Mouton) et dans les ligaments rachidiens des Sélaciens (*Acanthias vulgaris* et *Galeus canis*); il traite ensuite du développement des fibres élastiques, dans les cartilages réticulés de l'oreille et de l'épiglotte, chez le Cheval, le Mouton et le Veau, ainsi que dans certains points du squelette cartilagineux chez les Sélaciens. En troisième lieu, le mémoire envisage l'origine des substances intercellulaires, en général, et les phénomènes de sécrétion par effritement, décrits par Ranvier sous le nom de clasmatose.

Les conclusions de notre mémoire furent adoptées par plusieurs histologistes, comme nous le dirons plus loin. C'est dans l'ouvrage magistral d'un de nos maîtres en cette science, dans le *Précis d'Histologie* du professeur Mathias Duval, que nous prendrons l'exposé de nos recherches sur le développement des fibres élastiques.

Après avoir montré les diverses opinions des auteurs sur l'origine de ces éléments, Mathias Duval continue ainsi : « Plus admissibles et plus concluants nous paraissent les résultats des recherches plus récentes de Loisel, que nous allons exposer pour conclure.

Loisel fait d'abord remarquer avec raison, que tous ceux qui ont écrit jusqu'à ce jour sur la genèse des fibres élastiques, n'ont pas étudié suffisamment ou même ont négligé entièrement les états embryonnaires ou immédiatement post embryonnaires des tissus élastiques; c'est au contraire à l'examen de ces premiers stades que s'est attaché cet auteur, en prenant pour objet d'étude le ligament cervical du Cheval et du Veau et les bandes élastiques de la colonne vertébrale des Sélaciens. Au stade embryonnaire, ces ligaments élastiques sont formés uniquement de cellules nues, accolées les unes aux autres, formant ainsi des masses plasmodiales continues, sans territoires cellulaires distincts. Bientôt des différenciations protoplasmiques particulières se produisent, transformant peu à peu le plasmode en un réticulum dont les mailles tendent à s'allonger dans le sens de la direction du futur ligament. Celui-ci se présente par suite comme formé de noyaux allongés, placés dans une sorte de stroma fibrillaire très net; ces noyaux sont encore entourés directement par une masse

de protoplasma granuleux non fibrillaire, mais en continuité à sa périphérie avec les fibrilles en question. Mais, à cet égard, les cellules se différencient presque aussitôt en deux sortes; les unes, dont le protoplasma périnucléaire se divise à ses deux extrémités en un grand nombre de fibrilles; ce sont les cellules dites *élastogènes*; les autres, qui restent indivisées sous forme d'une languette fusiforme qui s'effile à ses deux bouts en un prolongement plus ou moins long; ce sont les *élastoblastes*.

Dans le protoplasma périnucléaire et dans le stroma fibrillaire dérivé du corps protoplasmique des élastogénes, on voit apparaître des grains trés réfringents, caractérisés par leur résistance à la potasse et leur affinité pour les couleurs d'aniline. Ces grains élastiques, identiques à ceux décrits par Ranvier dans les cartilages réticulés, se disposent en séries linéaires, sont accolés à la surface des fibrilles protoplasmiques, ou contenus dans leur masse, ou forment les points nodaux du réticule et ne sont jamais complètement isolés; ils sont un produit de ce protoplasma. Par leur accolement et fusion, ils donnent naissance aux fibres élastiques. C'est pourquoi ces fibres se montrent composées d'une portion axiale qui ne résiste pas longtemps à l'action des agents chimiques et des sucs digestifs, portion axiale tout autour de laquelle se sont déposées des couches successives d'une substance qui seule présente les réactions de résistance caractéristique de l'élastine. Dans les cartilages réticulés, l'état de grains élastiques en chapelet persiste, et les fibres élastiques de ces cartilages peuvent encore, à l'état adulte, se laisser décomposer de manière à montrer distinctement les grains élémentaires qui ont servi à leur formation ou à leur accroissement. A mesure que ces cellules élastogènes forment à leur périphérie des fibrilles qui produisent des fibres élastiques, leur corps cellulaire périnucléaire s'isole peu à peu des fibrilles auxquelles il a donné naissance, et prend alors la forme de corps protoplasmiques allongés, semblables aux élastoblastes.

Les élastoblastes, primitifs ou secondaires, présentent à chaque extrémité un prolongement trés long, qui se fusionne parfois bout à bout avec celui d'un élément semblable disposé sur la même ligne; le noyau s'atrophie et disparaît, et bientôt le corps protoplasmique prend l'aspect d'un filament formé de substance amorphe et réfringente. On est en présence de cellules qui se changent en fibres élastiques par une transformation directe de leur substance. » (2e *édit.*, p. 566.)

Ajoutons que nous avons été amené à penser, au cours de notre travail, que l'atrophie progressive des vaisseaux qui se produit, comme l'on sait, dans les organes élastiques, est corrélative à la production d'élastine.

Enfin, examinant d'une manière générale la question de l'origine des substances intercellulaires, nous concluons qu'elles ont leur origine, pour les éléments élastiques du moins, dans des élaborations d'abord intracellulaires et qui se détachent ensuite peu à peu des corps de la cellule génératrice en entraînant avec elles une portion plus ou moins grande du protoplasma.

Références. — Mathias Duval, professeur à la Faculté de médecine, *Précis d'Histologie*. 2e éd., Paris 1900. C'est un extrait de ce livre que nous avons présenté plus haut comme résumé de notre travail.

F. Tourneux, professeur à la Faculté de médecine de Toulouse. *Précis d'histologie humaine*, 1905, p. 150. — Bolles Lee et Henneguy, professeur au Collège de France. *Traité des méthodes techniques de l'anatomie descriptive*, 3e éd. 1902, p. 451. — Rabaud et Monpillard. *Atlas d'histologie normale*, Paris, 1900, p. 49. — M. Gardner, Zur Frage über die histogenese der elastichen gewebes. (*Biolog. Centralbl.*, 1er juin 1897 (p. 1897). — K. C. Schneider. *Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere*, Iena, 1902.

74. — Les cellules vésiculeusss dss Mollusques.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1895, p. 487.)

On trouve dans différentes régions du corps des Mollusques, en particulier dans les pièces de soutien de la radula, des cellules particulières qui ressemblent énormément aux « cellules vésiculeuses » décrites par les auteurs dans le nodule sésamoïde du tendon d'Achille de la Grenouille. Les zoologistes n'avaient guère fait que signaler ces éléments, ou même les avaient entièrcment méconnus lorsque nous eûmes l'occasion d'en faire une étude attentive et comparative lors de nos recherches sur les cartilages linguaux des Mollusques (nº 51).

Les cellules vésiculeuses forment, dans les pièces de soutien de la radula, des traînées épaisses ou des masses fusiformes qui écartent les faisceaux musculaires dans leur partie moyenne ; à l'état frais, ces cellules apparaissent comme des blocs de matière amorphe, complétement transparente, limités par des contours très nets, contenant un gros noyau sphérique et quelquefois des petites masses granuleuses près du noyau. Leur forme est celle de polygones irréguliers, intimement accolés entre eux, sans qu'on puisse voir, en général, une membrane à leur périphérie, mais, dans tous les cas, ne présentant aucune trace de substance intercellulaire. Leur diamètre varie de 15 à 20 μ; celui de leur noyau de 3 à 4 μ. Ces cellules sont détruites rapidement par les alcalis et les acides, excepté l'acide acétique qui ne les altère que très peu; elles ne renferment ni graisse, ni matière glycogène.

La substance qui remplit presque complétement ces cellules est claire, transparente et ne fixe que trés faiblement les matières colorantes; elle est liquide, car dans les dissociations, alors que les cellules sont crevées, elle se répand comme de l'eau, entraînant avec elle les noyaux et les masses de protoplasma qu'elle peut contenir; sous l'action de l'aiguille, on voit se former un nuage légèrement bleuâtre qui s'étend peu à peu dans le liquide ambiant. Cependant la consistance de cette substance me paraît être un peu plus grande pendant l'été que pendant la période d'hibernation où les cartilages sont beaucoup plus mous. Je ne saurais dire quelle est sa composition chimique; l'acide osmique et l'iode nous ont montré qu'il n'y entre ni graisse, ni glycogène; par la chaleur, je n'y ai pas vu les coagulums caractéristiques de l'albumine; la cochenille, qui colore en bleu les cellules contenant des sels métalliques ou alcalino-terreux et en vert les glandes et leurs sécrétions, ne m'a jamais donné qu'une coloration rouge semblable à celle qu'on obtient par le carmin de Grenacher.

Les cellules vésiculeuses proviennent d'une différenciation des cellules mésodermiques ordinaires, comme nous l'avons vu en étudiant le développement des pièces de soutien de la radula (n° 51).

75. — Tissus conjonctif et cartilagineux des Mollusques.

(*C. R. Société de Biologie*, 1895, p. 193 et p. 244. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1895, p. 466 et suivantes.)

Lorsqu'on envisage l'ensemble du tissu conjonctif chez les Mollusques, on voit qu'il présente toutes les formes différentes qu'on rencontre chez les Vertébrés, à l'exception peut-être des fibres élastiques dont l'absence a été signalée par Fr. Boll. Cependant, pour s'en tenir à un des éléments de ce tissu, la cellule, deux formes principales paraissent prédominer : chez les Ptéropodes et les Gastéropodes, on trouve de grosses cellules arrondies en général, dont le contenu est formé de sérosité transparente, de mucus ou d'albumine, avec très peu de protoplasma; chez les Céphalopodes, au contraire, ces cellules sont petites, étoilées, à prolongements ramifiés nombreux et remplies complètement par un protoplasma granuleux. Le tissu conjonctif est relativement peu abondant chez ces animaux, du moins en tant que substance unissante des organes; on ne le trouve bien développé que dans le derme, le pied et autour du cœur et encore ses éléments se confondent-ils souvent avec ceux du tissu musculaire.

Les muscles des Gastéropodes se composent de fibres en général fusiformes, souvent très longues, accolées intimement entre elles ou séparées par de fines granulations sur l'origine desquelles les auteurs ne disent rien, où du moins se contentent de la désigner, avec Lebert, sous le nom de « substance intermédiaire granuleuse ».

Or en étudiant chez les Hélix le muscle columellaire et les muscles radulaires, considérés à divers états du développement, nous avons vu que les espaces interfibrillaires étaient occupés primitivement par des cellules vésiculeuses. Dans les cas où le muscle a besoin d'un point d'appui solide comme dans la partie postérieure du muscle columellaire, chez le Buccin, ou bien lorsqu'il doit lui-même servir d'organe de soutien, comme dans les pièces radulaires, les cellules vésiculeuses persistent à l'état adulte. Autre part, ces cellules subissent une fonte partielle qui les fusionne en masses protoplasmiques fusiformes, contenant de gros noyaux sphériques. Telle est sans doute l'origine de la substance intermédiaire granuleuse de Lebert.

Le tissu cartilagineux existe chez quelques Gastéropodes, tel que le Buccin, aussi bien que chez les Céphalopodes.

La substance fondamentale du cartilage du Buccin diffère encore de la cartilagénie des Vertébrés en ce qu'elle donne de la gélatine par la coction, comme l'avait montré Valenciennes, en ce qu'elle se colore en jaune d'or par l'iode, en rose vif par le picro-carmin et en bleu par le bleu de quinoléine.

Les cellules cartilagineuses n'ont pas la même forme chez les Gastéropodes que chez les Céphalopodes et cette forme est en rapport avec la disposition particulière du tissu conjonctif dont elles dérivent. Aux deux formes de cellules conjonctives que nous avons vues plus haut, correspondent en effet, chez ces animaux, deux formes de cellules cartilagineuses : les unes sphériques ou polyédriques, ainsi que nous l'ont montré les cartilages linguaux du Buccin; les autres ramifiées, telles qu'on peut les étudier dans le cartilage céphalique des Céphalopodes. L'étude des pièces de soutien de la radula, chez certains Mollusques, nous a fait voir des formes de cellules intermédiaires entre les cellules conjonctives ordinaires et les cellules cartilagineuses, ce qui indique bien que le tissu cartilagineux doit être considéré chez les Mollusques, ainsi que chez les Vertébrés, comme une phase évolutive du tissu conjonctif.

Ces faits nous expliquent la différence de structure qui existe entre le tissu cartilagineux des Gastéropodes et celui des Céphalopodes. De plus, le cartilage à cellules ramifiées de ces derniers animaux nous apparaît alors comme une forme primitive, un état intermédiaire entre la cellule conjonctive et ses dérivés : cellule cartilagineuse et cellule osseuse. Il représenterait la forme du cartilage fœtal des Vertébrés arrêté dans son développement et fixé à cet état chez les Céphalopodes.

Nous arrivons ainsi à des résultats qui diffèrent de l'opinion de Renaut. Ce savant histologique considère, en effet, le cartilage ramifié comme du cartilage hyalin ayant atteint la limite supérieure de son développement sous l'influence de certaines « conditions de nutrition, d'incitation, de milieu favorables à l'achèvement de son évolution dans ce sens ». Chez l'Homme, trop de facteurs particuliers (hérédité, accélération embryogénique, etc.), interviennent pour qu'on puisse le prendre comme sujet d'étude. Et cependant on peut remarquer déjà, que son cartilage fœtal renferme des cellules étoilées semblables à celles du tissu conjonctif. D'un autre côté, Ranvier a montré comment des cellules tendineuses, à prolongements nombreux, pouvaient se transformer en cartilage hyalin.

Lorsqu'on rencontre du cartilage étoilé chez l'Homme, il n'est donc pas nécessaire, pour expliquer cette forme aberrante d'invoquer la théorie de l'atavisme, qui, dans ce cas, ne serait qu'une simple vue de l'esprit, ni de faire intervenir certaines conditions qui échappent complètement à notre contrôle et rentrent par là même dans le domaine de l'hypothèse.

76. — Les fibres musculaires des Gastéropodes.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1893, p. 480.)

A. *Fibres lisses.* — D'après les auteurs, la structure intime des fibres musculaires lisses serait très caractéristique, chez les Gastéropodes. « La substance contractile, dit M. Foll, constitue une gaine épaisse et réfringente autour d'un axe sarcodique granuleux, riche en glycogène, et dans le milieu duquel se trouve

logé le noyau. » Or on ne doit accorder à cette sorte de critèrium qu'une valeur toute relative, car, outre que la disposition susdite se retrouve chez d'autres invertébrés que les Mollusques (par exemple : chez l'Arénicole et la Sangsue), nous allons voir ici une disposition qui s'éloigne fréquemment de ce type.

Dans les fibres des pièces de soutien, l'existence de deux substances est presque toujours très nette : 1° une substance qui paraît à première vue homogène, mais qu'un fort grossissement permet de décomposer en fibrilles très fines, disposées parallèlement entre elles, suivant la longueur de la fibre; ce sont ces fibrilles que l'on considère comme formant l'élément contractile; 2° une substance granuleuse, beaucoup moins abondante que la précédente, et contenant parfois des granules brillants, probablement de nature graisseuse; c'est le reste du protoplasma non différencié de la cellule primitive. Souvent, en effet, la substance fibrillaire forme un manchon épais autour de la substance granuleuse, mais il est aussi commun de trouver la seconde rejetée sur un des côtés de la fibre ou bien, le plus souvent encore, formant quelques amas irréguliers à l'extrèmité arrondie de cette fibre. Dans tous les cas, la substance granuleuse est toujours très peu abondante par rapport aux fibrilles et est réduite en général à un amas fusiforme qui englobe le noyau : dans certaines fibres même elle m'a paru complètement absente.

Le noyau de ces fibres, étant toujours entouré de substance granuleuse, occupe comme celles-ci, une position variable; en général il est situé au milieu de la longueur de la fibre, il est ovoïde ou en bâtonnet et sa présence occasionne parfois un renflement local de la fibre. Son existence me paraît liée à celle de la substance granuleuse, car, lorsque tout le protoplasma s'est différencié en fibrilles, je n'ai plus trouvé de noyau; je n'en ai jamais vu plusieurs dans une même fibre.

Les colorants ne nous ont révélé rien de bien particulier sur la connaissance de ces fibres. Il est à remarquer cependant que les fibres des pièces de soutien se comportent autrement que celles des autres muscles du même animal avec certaines matières colorantes. Ainsi le picrocarmin les colore en rouge-orange alors que les muscles qui s'attachent aux cartilages prennent la coloration jaune de l'acide picrique; ce dernier, employé seul, colore moins ènergiquement les premières que les secondes; le vert de méthyle agit également d'une façon diffèrente sur les unes et les autres.

En résumé, les fibres musculaires lisses des Gastéropodes sont formées de deux substances : l'une fibrillaire, représentant l'élément contractile, l'autre granuleuse, protoplasmique ; mais les rapports de situation entre ces deux substances sont loin d'être constants, comme le disent les auteurs.

Quand on suit le développement d'une fibre lisse, on voit que la différenciation du protoplasma en fibrilles se fait de la périphérie vers le centre; lorsque la fibre a atteint son maximum d'évolution, c'est-à-dire quand tout le protoplasma s'est tranformé, le noyau de la cellule primitive paraît avoir complètement disparu.

Les fibres musculaires lisses qu'on trouve dans les pièces de soutien de la radula, diffèrent des fibres ordinaires par leur plus grande largeur et par la

manière différente dont elles se comportent avec les substances colorantes.

B. *Fibres striées.* — Dans le cours de nos recherches, il nous était arrivé, au début, de trouver, au milieu des fibres lisses que nous venons d'étudier, certaines fibres à striations transversales analogues à celles des muscles striés des Insectes et des Vertébrés; mais, imbu de cette idée classique que la véritable striation transversale n'existe chez aucun Mollusque, nous crûmes à une erreur de fixation ou d'interprétation jusqu'au moment où nous retrouvâmes, chez *Helix aspersa*, de pareilles fibres en abondance et parfaitement caractéristiques.

Ces fibres ont la même largeur que les fibres lisses et présentent une alternance régulière des disques sombres et des disques clairs, sans qu'on puisse découvrir dans ces derniers un disque mince intermédiaire. Examinés à l'état frais, ou après l'action des réactifs, les disques sont rigoureusement parallèles entre eux et coupent toujours perpendiculairement l'axe de la fibre; on ne saurait donc expliquer cet aspect par un enroulement en spirale de la substance contractile, pas plus que par la présence de fines granulations, déposées en séries autour de la fibre, granulations qui sont absentes ici entre les fibres musculaires. Nous n'avons jamais rencontré les fibres à double striation oblique que figure Schwalbe dans la bouche des Hélix et nous n'avons trouvé de fibres striées tranversalement que rarement, disséminées sans ordre au milieu des fibres lisses, surtout vers le sommet des pièces de soutien.

77. — Le noyau dans la division directe.

(*C. R. Associat. française, Avancement des Sc.*, session de Boulogne, 1899, t. I, p. 269 et *C. R. Soc. Biol.*, 1900).

Les différentes phases de la division indirecte des cellules sont actuellement bien connues; il n'en est pas de même pour la division directe qui se fait cependsnt par un processus beaucoup plus simple. Les auteurs sont encore loin d'être d'accord sur la forme de ces processus; les uns y voient un bourgeonnement, d'autres un clivage, d'autres enfin un allongement du noyau en forme de boudin étranglé dans sa région moyenne. Aucun ne paraît s'être arrêté longuement à observer les modifications de la chromatine nucléaire au cours du phénomène. C'est à titre de simple contribution à l'étude de ce dernier point que nous publions dans cette note les observations faites dans la division directe des cellules germinatives et des spermatogonies du Moineau, pendant la période de spermatogenèse.

Nous emploierons ici la terminologie définitive que nous avons adoptée au cours de nos études.

A l'étst de repos, le noyau des cellules germinatives renferme une masse irrégulière et diffuse de linine contenant plusieurs gros nucléoles nucléiniens disposés souvent en chapelet. Quand ces noyaux s'allongent et prennent la forme en bissac, on trouve parfois encore des nucléoles, mais ces nucléoles

sont allongés et étirés dans le sens du noyau. Le plus souvent, cependant, on ne trouve plus, dans ce noyau en division que de petites granulations disséminées et en partie cachées dans une substance chromatique amorphe qui remplit tout le noyau et l'assombrit.

Les mêmes phénomènes se voient dans le cours de la division directe des spermatogonies avec cette différence que la substance chromatique amorphe diffuse non seulement dans le noyau, mais encore imprègne la zone protoplasmique périnucléaire.

Dans les deux cas, les noyaux filles renferment peu de substance chromatique relativement au noyau mère. Il semble y avoir réduction réelle dans la quantité totale de chromatine. Cela se voit bien surtout dans le cas où les spermatogonies se divisent coup sur coup sans présenter de phase de repos; alors les noyaux petits-fils ne contiennent plus qu'une ou deux granulations chromatiques.

Ceci est à rapprocher de ce fait, observé chez tous les animaux, que le noyau des spermatides renferme toujours une très faible quantité de substance chromatique.

En résumé, la division directe des spermatogonies du Moineau pendant la préspermatogenèse est accompagnée d'un remaniement de la substance chromatique du noyau, remaniement pendant lequel il semble y avoir réduction dans la quantité totale de chromatine. Une partie de cette chromatine serait liquéfiée et rejetée par le noyau dans le protoplasma périnucléaire. Ces observations viennent s'ajouter aux mêmes faits de dissolution de chromatine vus par Henneguy, Van Beneden et Brass. Etzold dans son mémoire sur la spermatogenèse du Moineau, signale le même aspect sombre du noyau, mais il considère ce phénomène comme devant être préparatoire à une division cinétique.

Référence. — W. Waldeyer. Die geschlechtzellen, in *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere*, von O. Hertwig, Iéna, 1905, p. 440.

CHAPITRE VII

MÉTHODE. TECHNIQUE HISTOLOGIQUE ET MICROCHIMIQUE

78. — Technique des colorations intravitales.

(*C. R. Soc. Biol.*, 1897, p. 624. *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1898, p. 187.)

L'idée que Duhamel avait eue, en 1759, de soumettre l'organisme vivant à l'influence des matières colorantes, n'a été reprise que dans ces vingt dernières années par l'emploi des couleurs d'aniline. Ces nouvelles recherches ont eu surtout pour but d'étudier les granulations contenues dans les cellules (Ehrlich, Mitrophanow), la manière dont se comportent, avec ces matières, le protoplasma et le noyau, la structure des nerfs et enfin les organes d'excrétion.

Nous avons employé cette méthode à plusieurs reprises dans le cours de nos travaux pour l'étude d'une larve de Chironome et de ses métamorphoses, pour l'histo-physiologie des Éponges (genre *Reniera* et *Spongilla*), pour la coloration intravitale de quelques espèces d'Infusoires, de Méduses, d'Oligochètes marines et de Cyclops.

Si la méthode qui consiste à essayer de colorer les animaux à l'état vivant est des plus simples, elle comporte cependant quelques précautions que nous avons indiquées au cours de nos mémoires.

La première régle à suivre, disions-nous pour la coloration des Éponges, par exemple, c'est de placer autant que possible les individus en expérience dans les conditions de milieu qui leur sont habituelles. C'est ainsi que les hautes températures sont à éviter, pendant l'hiver, dans les laboratoires où l'on travaille et que l'eau dans laquelle on garde les Spongilles, doit être de l'eau de rivière de préférence à l'eau de source. Il faut changer cette eau tous les deux jours, ou, mieux encore, la faire couler continuellement; la même eau colorée pouvant être reprise et servir toujours.

Il n'est pas indifférent de prendre tel ou tel exemplaire d'Éponge pour le soumettre au régime des substances colorantes. On sait, en effet, qu'une même espèce d'Éponge présente, quelquefois, différentes colorations qui sont dues, en général, à des sphérules de pigment incluses dans l'intérieur des cellules. C'est ce qui existe, par exemple, chez *Reniera ingalli* et chez *Spongilla fluviatilis*. Il faut donc avoir soin, pour faire des expériences, de choisir des individus non colorés; et pour cela il est nécessaire d'examiner au microscope une portion de l'Éponge que l'on veut expérimenter, de manière à se rendre compte de la coloration des enclaves qui pourraient exister dans les cellules de cette Éponge. Cette dernière précaution est indispensable chez la Spongille; des individus de

couleur blanchâtre nous ont montré, quelquefois, en effet, dans l'intérieur de leurs cellules, des sphérules colorées en jaune ou en vert, alors que ces colorations ne se manifestaient nullement à l'extérieur.

Il faut toujours commencer les expériences avec des solutions de substances colorantes excessivement diluées, à peine sensibles à la vue, et attendre un temps suffisant pour que l'Éponge se soit accoutumée au régime qu'on lui fait subir. Cette accoutumance met plus ou moins de temps à s'établir; elle dépend non seulement des substances employées, mais encore des espèces d'Éponges avec lesquelles on expérimente. Il ne faut donc pas se contenter d'expériences de quelques heures, comme l'ont fait certains zoologistes. On doit suivre pas à pas, pour ainsi dire, les progrès de l'absorption au moyen de coupes que l'on prélève de temps en temps sur l'Éponge et que l'on examine dans l'eau, au microscope. C'est ainsi que nous avons vu le rouge Congo, par exemple, n'être absorbé qu'au bout de trois à quatre jours et n'être modifié que vers le cinquième ou sixième jour.

L'accoutumance des Éponges aux subtances colorantes dépend encore, avons-nous dit, de la nature même de ces substances. En général, les couleurs acides sont les moins bien tolérées; ce sont celles que les Éponges absorbent toujours le plus difficilement; tels sont, par exemple, l'alizarine sulfo-acide, l'orangé III et la tropœoline 00. Mais l'acidité de ces substances n'est pas une cause qui doive les faire rejeter systématiquement dans des expériences de cette nature; il n'est même pas nécessaire de neutraliser les liquides dont on se sert.

b. *Déterminisme des colorations.* — « Le déterminisme expérimental des colorations *intra vitam* est loin d'être fixé », disait, en 1898, Henneguy, l'un des premiers biologistes qui aient appliqué cette méthode. C'est pourquoi il est nécessaire d'essayer un grand nombre de colorants différents, non seulement sur des groupes d'animaux différents, mais encore sur des individus de même espèce. C'est ainsi que nous avons vu le rouge Congo être bien absorbé par les Reniera et mal par les Spongilles. Les substances colorantes que nous avons expérimentées sur les Éponges, par exemple, sont le bleu de méthylène, le rouge Congo, le rouge neutre, la safranine, le vert d'iode, le nilblau-sulfat, etc.

Les Reniera et les Spongilles supportent très bien la présence de certaines substances colorantes pourvu qu'on leur présente ces substances en très faible quantité à la fois. Elles s'en imprègnent, les accumulent dans leurs cellules et acquièrent ainsi, en peu de temps, une coloration intense, sans cesser de présenter les manifestations habituelles de la vie. Ainsi une Spongille était encore parfaitement vivante, quinze jours après l'action continue d'une faible solution de rouge Congo.

D'autres substances, au contraire, sont absorbées difficilement par ces Éponges qu'elles ne colorent que faiblement.

Une troisième catégorie, enfin, comprend des substances qui peuvent traverser les cellules sans être fixées par elles, comme cela a lieu pour les substances précédentes. Ceci nous a permis de diviser les substances colorantes que nous avons expérimentées, en substances bien absorbées, mal absorbées et non absorbées.

Les Éponges, maintenues dans les mêmes eaux colorées et renouvelées, acquièrent généralement, au bout de quelque temps, un maximum de coloration qu'elles ne dépassent pas. Deux cas peuvent alors se présenter, si on les conserve dans la même eau colorée : ou bien elles restent dans le même état jusqu'au moment de leur mort, ou bien elles se débarrassent peu à peu, pendant leur vie, de la substance étrangère qui imprégnait leurs tissus et finissent par se décolorer entièrement; tel est le cas par exemple du bleu de méthylène.

Il y a une ou deux substances, cependant, avec lesquelles ce maximum de coloration ne semble jamais atteint. Plus on présente de rouge neutre à une Spongille, par exemple, plus cette Éponge paraît en concentrer dans l'intérieur de ses cellules, allant même jusqu'à colorer les noyaux comme nous le verrons bientôt. A cet état de surcoloration, les Spongilles ne sont pas mortes, mais elles se laissent plus facilement envahir par les microbes et par les autres organismes qui les entourent.

Enfin, une dernière recommandation qui pourra paraître oiseuse, c'est d'avoir grand soin de bien nettoyer les vases dont on se sert, pour les expériences, quand on veut changer de colorant. Nous avons souvenir d'une Spongille qui avait pris une belle coloration bleue alors que nous l'avions fait vivre dans une solution de safran; cette expérience, répétée une seconde fois, en changeant la solution de safran, nous avait donné le même résultat, et ce n'est qu'en nettoyant entièrement les parois du vase que nous avons reconnu la cause de cette coloration inattendue; ce vase avait contenu antérieurement une solution de bleu de méthylène et contenait encore, bien probablement, quelques traces de bleu sur ses parois.

c. *Fixation et conservation des colorations.* — La plus grande difficulté que l'on éprouve dans l'emploi de la méthode des colorations intravitales est la fixation et la conservation des colorations obtenues. La plus grande partie disparaît immédiatement en effet, dès qu'on fait agir les liquides fixateurs.

Après plusieurs essais ponr conserver le bleu de méthylène et le brun de Bismarck qui nous avaient servi à colorer des larves de Chironomes, nous nous sommes arrêté au liquide suivant :

Acide nitrique	2 centimètres cubes.
Acide acétique	1 —
Sublimé	5 —
Alcool absolu	10 —
Eau	100 —
Iode	Quelques cristaux.

Faire agir pendant une heure ou deux au plus; conserver dans le même liquide additionné d'eau, l'alcool enlevant promptement le bleu de méthylène et le brun de Bismarck; monter à la glycérine hydratée ou au baume.

Ce liquide fixateur n'altère pas sensiblement la coloration du brun de Bismarck; au contraire, il fait virer au vert la coloration du bleu de méthylène, mais en conservant sa même intensité.

Pour le rouge Congo, qui nous a servi à mettre en évidence certains noyaux

de Reniera (nº 80) nous faisions agir, pendant deux ou trois minutes, le liquide suivant :

Solution concentrée de sublimé.	2 parties
Acide acétique.	1 —

La couleur rouge virait immédiatement au violet foncé sous l'influence de l'acide, mais nous ramenions la coloration rouge en lavant avec l'alcool ordinaire. Malheureusement les préparations montées se décoloraient au bout de cinq ou six mois.

Références. — Bolles Lee et Henneguy. *Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique*, 3ᵉ éd., 1902, p. 162, pp 227 et 499. — Ehrlich u. Krause, professeur à l'Université de Berlin. *Encyklopädie der Mikroskopischen Technik*, 1903, p. 355 et 360. — *Id.*, t. II, p. 1059.

79. — Colorants réactifs des acides.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*. 1898, p. 229.)

Un certain nombre de substances colorantes présentent la propriété de changer de couleur en présence d'une petite quantité d'acide. Tels sont, par exemple, le tournesol, le rouge Congo, l'alizarine sulfo-acide, la tropéoline 00 et l'orangé nº III de Poirrier, dont nous nous sommes servi dans nos expériences sur les Éponges (nº 51).

Le *tournesol* du commerce ayant un excès d'alcalinité variable, mais toujours très notable, nous avons toujours eu soin, dans nos expériences, d'acidifier légèrement le tournesol bleu. Pour cela, les pains de tournesol étaient broyés, dans un mortier, avec de l'eau contenant 50 centigrammes pour 100 d'acide chlorhydrique. Ajoutons que les expériences avec le tournesol sont difficiles à réussir, car les Éponges absorbent difficilement cette substance, neutralisée ou non. Il est nécessaire de faire plusieurs essais en les modifiant un peu chaque fois.

L'*alizarine*, dont nous nous sommes servi dans nos expériences est de l'alizarine sulfo-acide que nous avons fait venir directement de chez Grübler. Cette substance colorante donne une solution rouge violacée avec l'eau de source et orangée avec de l'eau distillée. Cette dernière solution prend immédiatement une belle couleur rouge, quand on approche d'elle le bouchon d'une bouteille d'ammoniaque; elle redevient jaune orangé quand on y verse quelques gouttes d'acide.

Le *rouge Congo* est une substance que l'on emploie souvent pour rechercher l'acide chlorhydrique du suc gastrique, ou pour montrer la présence d'acides libres dans l'estomac et dans le corps des organismes inférieurs, tels que les rotateurs.

Cette substance présente, en effet, disent les auteurs, la propriété de prendre une couleur bleu d'azur sous l'influence des acides minéraux et violet foncé en présence des acides organiques. C'est un réactif très sensible, mais qu'il faut

employer avec beaucoup de circonspection. En effet, avec les composés du chlore, il se colore en bleu comme avec les acides; d'un autre côté, en présence d'une liqueur ammoniacala, il ne change pas de couleur, avec l'acide carbonique, avec l'acide acétique ni avec l'acide lactique. Enfin nous avons vu qu'une solution de rouge Congo dans l'eau de Seine prenait avec l'acide chlorhydrique une teinte sombre brune et non bleue.

Les *orangés* sont des substances colorantes qui passent généralement du jaune au rouge en présence des acides minéraux. Cependant ce sont des substances acides, et c'est là peut-être la raison pour laquelle ils sont difficilement absorbés par les cellules vivantes, comme nous avons pu nous en rendre compte nous-même.

80. — Recherches du noyau dans certaines callules sphéruleuses des Éponges.

(*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 18.)

Jusqu'à nos travaux sur la question, les noyaux des cellules sphéruleuses qui constituent les chapelets de certaines Reniérides, étaient totalement inconnus. Les recherches de Topsent n'avaient pu les mettre en évidence, ce qui avait fait dira à ce savant spongiologue : « Peut-être n'a-t-il (le noyau) qu'une durée éphémère, la cellule génératrice du ligament perdant de bonne heure son individualité cellulaire. »

La technique qui nous permit de découvrir ce noyau (nº 50) fut d'abord d'ajouter dans le bac où vivaient nos Éponges, une faible quantité d'une solution de rouge Congo *faite dans l'eau douce*. La seule difficulté était de mettre une dose suffisante de colorant pour obtenir la réaction voulue, sans toutefois en verser une trop grande quantité qui aurait pu tuer immédiatement l'Éponge. Après quelques essais infructueux, nous sommes arrivé aisément à trouver la dose convenable, qui ne tue l'Éponge qu'au bout de vingt-quatre heures au plus. Durant ce temps on fait quelques coupes à main levée avec le rasoir et l'on observe au microscope dans de l'eau de mer ordinaire. Au bout de 3 heures, on voit que les gaines de spongine qui entourent les extrémités des spicules, de même que les fibres et les fibrilles isolées dans la substance fondamentale sont fortement colorées en rouge. Il faut attendre 6 heures environ pour voir les éléments cellulaires se charger d'enclaves rouges; ce sont d'abord les cellules vibratiles, puis les cellules mésodermiques ordinaires, enfin les cellules sphéruleuses libres ou en chapelet qui se colorent ainsi. Dans ces dernières, on remarque que beaucoup de sphérules ont disparu; on voit alors nettement la fibre qui les traverse et, à côté d'elle, un noyau sphérique, l'une et l'autre étant fortement colorées par le Congo. C'est alors qu'on peut faire agir le sublimé acétique comme nous l'avons dit plus haut.

Nous avons essayé ansuite les différentes substances habituellement employées en coloration intravitale, mais nous n'avons obtenu de résultats analogues à ceux du rouge Congo qu'avec la safranine et le vert d'iode.

Nous avons trouvé, du reste, d'autres moyens de mettre en évidence le noyau des cellules sphéruleuses des Reniérides. La méthode la meilleure, en ce sens qu'elle fixe parfaitement, en même temps, les cellules sphéruleuses et les fibres, est l'emploi du réactif de Millon. Voici comment nous avons opéré :

Une coupe faite sur l'éponge vivante est passée promptement à l'eau distillée pour enlever les sels marins qui se précipiteraient ; elle est placée ensuite sur une lame de verre, dans une goutte du réactif ; le tout est recouvert d'une lamelle et chauffé sur une flamme de gaz jusqu'à ébullition. Le point délicat de cette technique est de laver suffisamment la coupe pour enlever les sels de l'eau de mer, sans toutefois aller jusqu'à faire éclater les cellules.

Enfin nous avons pu encore faire apparaître les noyaux des cellules sphéruleuses en les colorant sur des pièces préalablement fixées avec des liquides qui, comme l'alcool, éclaircissent les cellules en détruisant les sphérules. Cependant nous n'avons pu les mettre en évidence qu'avec le violet de gentiane (employé d'après la méthode de Bizzozero) et le bleu de quinoléine (employé d'après la méthode de Ranvier) et non sans les rétrécir et les déformer beaucoup.

Références. — Topsent, Maître de conférences à la Faculté des sciences de Caen. De la digestion des Éponges *Archives de zoologie expérimentale et générale*, 1898. — Ehrlich u. Krause. *Encyklopädie der Mikroskopischen Technik.*, 1903, 1 vol., pp. 155, 157.

81. — Essai sur la technique microchimique de la lécithine et des graisses neutres.

(*C. R. Société Biologie*, 1905, p. 705.)

L'idée de ces recherches nous a été suggérée par le désir de reconnaître la nature des substances grasses que nous trouvions en abondance, dans le testicule, lors de nos études sur la spermatogénèse. Nous avons observé ainsi comment se comportent, comparativement, les graisses neutres et les graisses phosphorées en présence *a*) des substances fixatrices ; *b*) des substances mordançantes et éclaircissantes et *c*) de 19 substances colorantes.

Pour ce qui concerne l'action de ces dernières substances, dont nous parlerons seulement ici, il est important de remarquer que la coloration peut varier avec le genre de fixation préalable. Par exemple l'hématoxyline de Delafield ne teinte la graisse qu'après l'action du formol ; elle la laisse parfaitement incolore après l'action du liquide de Muller, du sublimé ou de l'acide picrique. Si nous considérons la lécithine, la coloration sépia foncé que nous avons signalée ne se présente qu'après la fixation au formol ; après l'action du sublimé, l'hématoxyline colore la lécithine en violet foncé sombre ; elle donne une teinte neutre foncée après l'acide picrique, une teinte neutre claire après le liquide de Muller.

L'éosine ne colore la lécithine en laque ponceau qu'après l'action du formol ; elle donne une teinte grenadine foncée après le sublimé, une teinte grenadine moyenne après le liquide de Muller et l'acide picrique.

Le bleu de quinoléine colore en bleu de Paris la graisse fixée par le formol, en vert de chrome n° 2 celle fixée par l'acide picrique.

Le mordançage préalable joue parfois aussi un grand rôle dans l'action ultérieure des substances colorantes sur la graisse et sur la lécithine. Prenons cette dernière, par exemple, fixée par le formol, à 4 p. 100. Traitée par l'orcanette au sortir du bain fixateur, elle est colorée en laque carminée rose; si on la mordance entre deux, par l'alun de fer à 4 p. 100, elle devient promptement gris de Payne foncé; mordancée par l'acétate de cuivre, elle prend une teinte neutre très accentuée. Disons enfin que la lécithine, fixée d'abord par le liquide de Flemming se colore bien encore par l'orcanette en donnant une teinte foncée de laque brûlée.

En résumé, pour conserver et pour reconnaître la lécithine dans les tissus que l'on veut inclure, dans la paraffine, par exemple, il faut :

1° Laisser les pièces peu de temps dans le formol, si on a choisi ce fixateur;

2° Les faire passer, après n'importe quelle fixation, dans un mordançage tel que l'alun, ou ajouter directement l'alun au mélange fixateur;

3° Les laisser le moins de temps posible dans l'alcool;

4° Les éclaircir par l'acétone, l'éther ou la benzine;

5° Colorer avec l'hématoxiline, le violet de gentiane, le vert de méthyle, le bleu de toluidine, la fuschine acide ou l'orange G, qui teignent fortement la lécithine, tout en laissant les graisses incolores;

6° Contrôler les données fournies par les colorants au moyen des dissolvants de la lécithine, tels que le chloroforme et l'alcool chauds.

En ce qui concerne plus spécialement la recherche des graisses neutres dans les tissus, nos expériences montrent qu'on peut se servir de toute espèce de fixatif, sauf l'acétone; pour l'éclaircissement des coupes, il est préférable d'user du xylol qui, de tous les éclaircissants, dissout le plus lentement les graisses neutres. L'acide osmique est le seul colorant des graisses, et encore faut-il contrôler son action avec un dissolvant des graisses tels que l'éther, la benzine ou l'essence de térébenthine; le soudan, l'orcanette et le brun de Bismarck colorent énergiquement les graisses, mais, comme nous l'avons vu, ces corps agissent de la même façon sur la lécithine. Faisons remarquer enfin que l'action si particulière de l'acétone sur la graisse pourra être utilisée peut-être pour la diagnose de cette substance dans les tissus.

CHAPITRE VIII

PUBLICATIONS DIVERSES

82. — Sur l'Enseignement supérieur des femmes.

(*Revue internationale de l'Enseignement*, 1905.)

La *Revue internationale de l'Enseignement* de a ouvert, en 1905, une enquête qui dure encore, sur la nécessité et la manière de réaliser un enseignement supérieur pour les jeunes filles. Cette enquête a débuté par la publication d'un rapport de Mme Lampérière au sujet duquel nous avons envoyé une lettre dont nous extrayons les parties suivantes :

« Il est bien évident, en effet, pour ceux qui, en contact direct avec la jeune fille ou avec la jeune femme, savent voir autour d'eux, qu'il y a quelque chose à faire actuellement pour l'éducation féminine. Biologiste et médecin, c'est surtout le rôle de la femme comme épouse et comme mère qui m'a toujours arrêté. Or, combien je vois de choses excellentes que l'on devrait apprendre à la future épouse, à la future mère, choses excellentes, non seulement au point de vue biologique, mais encore, et plus peut-être, au point de vue moral et social.

« Le mariage, c'est-à-dire l'union durable, est et sera toujours la base la plus solide de la vie des individus; d'un autre côté la conséquence normale du mariage, la procréation, est la condition même de la continuation de la vie des sociétés. Dans ces actes, le rôle de la femme est certes prépondérant; car c'est elle qui doit savoir garder ou ramener l'époux au foyer ; c'est à elle qu'incombe les plus grandes charges dans l'éducation de l'enfant. Et pourtant, que fait-on réellement dans l'enseignement actuel, ou dans la famille, pour la préparation à ces deux grands rôles d'épouse ou de mère? On est encore là, vraiment, à l'âge de pierre, où la nature était la seule éducatrice de la vie; du reste la nature est en général une bonne conseillère et ce n'est pas tant contre elle, qu'avec elle, que nous voudrions voir engager le combat de la vie.

« A la vérité, l'idée d'un enseignement de la vie réelle pour les femmes, d'un enseignement supérieur, si l'on veut, est entrée dans les esprits et semble même faire son chemin, à Paris et en province. Chaque année, à Paris, depuis 1897, je crois, l'Institut catholique fait une série de cours supérieurs pour les jeunes filles, mais cet enseignement ne répond pas, il nous semble, au but cherché, car il n'est qu'une sorte de répétition de l'enseignement donné à la Faculté des lettres.

« L'année dernière, un professeur éminent de la Faculté de médecine a fait,

aux enfants des écoles, un cours des plus suivis sur la Puériculture, mais ce n'est là qu'un essai isolé et qui ne paraît pas avoir eu de lendemain, à notre connaissance du moins.

« A la Sorbonne enfin, un enseignement spécial est donné aux jeunes filles, régulièrement chaque année, depuis 1867. Certes cet enseignement prend surtout les sujets de ses leçons parmi ceux qui figurent aux programmes officiels de l'enseignement secondaire. Mais, par la forme des leçons, par l'extension que les professeurs donnent à certains sujets, on peut dire qu'ils conduisent en partie à cette éducation supérieure que demande si justement Mme Yon Lampérière. Cette année même le programme que vient de publier l'Association pour l'enseignement des jeunes filles à la Sorbonne montre une tendance à s'avancer de plus en plus dans cette voie; nous y voyons, en effet, que des conférences supplémentaires seront faites, aux jeunes filles, sur des sujets de haute actualité scientifique, ou donnant lieu à d'importantes applications, et cela, par les savants qui ont pris part directement aux découvertes exposées.

« Quant aux cours ordinaires, nous y relevons, dans le premier trimestre, les sujets suivants qui peuvent aussi être rangés dans l'enseignement supérieur : psychologie; littérature française de 1800 à 1850; civilisation des anciens peuples de l'Orient; système nerveux, instinct et intelligence, éducation de la volonté; beaux-arts; rayonnement de l'influence italienne en Europe. Dans le second trimestre nous signalerons, entre autres sujets : littérature française de 1850 à nos jours ; moralistes de Xénophon à Plutarque ; langue des grands écrivains au XIXe siècle ; en musique, Histoire de Mozart; en botanique, Rôle des végétaux dans les civilisations anciennes; en zoologie, Vie de nutrition en général et Expériences de laboratoire. Enfin des cours sur l'astronomie, la chimie et l'hygiène, la physique, l'algèbre et la géométrie, faits par des docteurs appartenant pour la plupart à l'enseignement supérieur, viennent compléter heureusement le programme de l'enseignement qui est donné, à la Sorbonne, pour les jeunes filles.... »

83. — Biologie et morale, simples réflexions à propos d'un livre récent.

(*Revue scientifique*, 11 octobre 1902, p. 44.)

Cet article, écrit à la suite de la lecture du livre de Grasset intitulé : *Les limites de la Biologie*, se termine par le passage suivant :

« C'est donc à l'enfant d'abord, puis à l'homme agissant dans la société, que doivent s'adresser les éducateurs modernes.

« Ces éducateurs, nous les avons dans une Université qui, de plus en plus débarrassée de toute influence politique, confessionnelle ou cléricale, doit s'élever toujours davantage, par la science et par la moralité de ses membres.

« Il ne suffit pas d'enseigner la morale dans les écoles primaires, comme on le fait actuellement ; il ne suffit pas de transporter cet enseignement dans les lycées, comme on va le faire maintenant, il faut encore qu'il passe dans les Facultés, en s'y modifiant naturellement.

« Il faut que nos établissements d'enseignement supérieur abandonnent, sinon l'esprit, du moins la lettre des errements passés ; autrement dit, il faut qu'ils se démocratisent complètement en faisant œuvre d'éducation sociale en même temps qu'œuvre de recherches scientifiques ; et, pour cela, un de leurs premiers devoirs est de chercher à établir des rapports plus intimes, plus familiaux et plus scientifiques, entre les étudiants des différentes Facultés, entre le jeune étudiant et ses maîtres, entre le maître, l'étudiant et l'ouvrier !

« Enfin, si l'Université veut exercer une influence plus réelle encore sur la société, elle ne doit pas se désintéresser du jeune homme qui n'est plus sur ses bancs. Elle doit le suivre partout, le soutenir dans ses différentes luttes, le guider dans tous les milieux, surtout à la caserne, d'abord par les doctrines puissantes qu'elle lui aura inculquées antérieurement, ensuite par une aide effective provenant d'une extension universitaire de mieux en mieux comprise et de plus en plus fortement organisée. Elle doit exercer, en somme, une influence morale de plus en plus directe, non seulement sur ce qu'on appelle le peuple, mais davantage encore sur la bourgeoisie.

« Dans cette conduite morale des hommes vers la fraternité universelle les ministres des religions actuelles pourront-ils venir aider l'Université ? Cela ne nous paraît pas possible, car, comme nous l'avons vu, leur morale, et principalement celle du catholicisme, diffère essentiellement de la morale biologique, autant par le but qu'elle se propose que par la base sur laquelle elle repose.

« Quoi qu'il en soit, est-il besoin de le rappeler encore ? l'œuvre des religions n'aura pas été inutile. Elle a été l'un des facteurs les plus puissants de l'évolution intellectuelle des hommes ; aussi, comme celle de la philosophie antique, cette œuvre ne saurait disparaître entièrement. »

Référence. — A. PRENANT. Esquisse d'un plan d'études biologiques. *Pages libres*, 1905, p. 509.

82. — Facteurs primaires de l'évolution (facteurs cosmiques).

Cours professé par M. Alfred Giard, rédigé par M. Gustave Loisel. Paris, 1905.

85. — L'allotrophie, leçons du professeur Giard, *id.* **1905.**

CHAPITRE IX

EXPÉRIENCES ET PUBLICATIONS EN COURS

a) *Expériences et observations :*

Observations sur les phénomènes du rut étudiés corrélativement aux phénomènes de la lactation chez une Chienne (commencées en 1902).

Expériences de croisements entre diverses races de Canards; de Poules, de Pigeons, de Cobayes, de Lapins et de Chiens (commencées en 1902, pour étudier le mode de transmission des caractères héréditaires et le phénomène de télégonie).

Étude comparative des mâles et des femelles de Tortue mauresque (commencée en 1905).

Recherches sur les sécrétions chimiques des testicules de Tortue.

Influences respectives du mâle et de la femelle dans la descendance (expér. commencées en 1905).

Expériences sur l'influence du phosphore dans la sexualité de la descendance des Cobayes (commencées en 1905).

Expériences sur l'influence de la cantharidine dans la sexualité de la descendance des Lapins (commencées en 1905).

Expériences sur l'influence de l'inanition dans les phénomènes du rut et dans le développement des jeunes chez les Lapins et les Cobayes.

Influence du changement de régime sur la sexualité de la descendance (expér. commencées en 1904).

b) *Publications :*

Traité de la sexualité, en préparation. 1er volume : *Le Sexe femelle en Biologie générale.*

Ce volume, qui est actuellement à peu près terminé, paraîtra en 1906 à la librairie Doin. La table des matières, sauf modification de la dernière heure, est arrêtée de la façon suivante :

2e volume : *Le sexe mâle.*

Ce volume comprendra tout d'abord à peu près les mêmes chapitres que le volume précédent. Il traitera de plus : le nombre relatif et la répartition des sexes dans la nature ; la variabilité et la vitalité comparée des sexes, etc.

Le 3e volume traitera de la question sexuelle en général et des grands problèmes que soulève cette question, en même temps qu'il nous permettra de rassembler et de présenter en un tout nos idées personnelles sur la nature de la sexualité. L'introduction de ce volume a déjà paru dans la *Revue générale des Sciences* sous le titre : *Evolution des idées générales sur la sexualité* (voir p. 27). Les principaux chapitres de ce volume sont également en grande partie rédigés aujourd'hui.

Le 4e volume traitera de la nature des éléments sexuels, de la fécondation, de la segmentation et de la vie de l'embryon, considérée surtout au point de vue de la physiologie générale.

Les principaux chapitres de ce 4e volume ont fait le sujet d'une partie de nos leçons dans notre cours libre d'Embryologie à la Faculté des Sciences de Paris.

TROISIÈME PARTIE

LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX

1892

1. — Sur l'appareil musculaire de la radula chez les Hélix (*Journ. Anat. et de Physiol.*, 1892, . XXVIII, p. 567-572 (avec 2 fig.) et *Soc. de Biol.*, 12 novembre 1892, p. 884).

1893

1. — Les cartilages linguaux et le tissu cartilagineux chez les Gastéropodes (*C. R. Soc. de Biol.*, 18 février, p. 193.)
2. — Les pièces de soutien de la radula chez les Céphalopodes et le tissu cartilagineux des Mollusques (*C. R. Soc. de Biol.*, 4 mars, p. 244).
3. — Les cartilages linguaux des Mollusques (Structure et développement histogénique) (*Journ. Anat. et Physiol.*, pp. 466-522 (et 28 fig.).
4. — Développement des fibres élastiques dans l'épiglotte et le ligament cervical (*C. R. Soc. de Biol.*, 29 juillet, p. 796).

1894

1. — Développement des fibres élastiques dans le ligament cervical du cheval (*C. R. Soc. de Biol.*, 7 juillet, p. 559).

1895

1. — Articles du *Dictionnaire encyclopédique* : Cryptophagides, Cryptotétramères, Cténophores, Cucujides, Cyclops, Cyrène, Cyphus, Cyprœïdes, Cyrtoceras, Darwinisme, Delphinidés, Denticétides, Descendance, Dinocératidés, Dinosauriens, Dipnoïques, Dytiscides, Édentés, Élatérides, Embryologie, Endomychides, Éphémérides, Erotylides, Équille, Estivation, Fécondation, Fissurelle, Filaire, Flagellates, etc.

1896

1. — Articles du *Dictionnaire encyclopédique* : Ganoïdes, Génération, Géphyrien, Gibbon, Gigantostracés, Glyptodontes, Gravigrades, Gyrinides, Haliotides, Héliozoaires, Hérédité, Histogénèse, Histérides, Hydroïdes, Hydroméduses, Hydrophidés, Ichthyoptérygiens, Ichthyornis, Infusoires, Labyrinthodontea, Lamarkisme, Lamellibranches, Larves, Microhea, Mimétisme, Mormophyllés, Némathelminthes, Nématodes, Némertes, Nudibranches, etc.

1897

1. — Formation et évolution des éléments du tissu élastique (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIII, pp. 129-197 (avec 9 fig. et 3 pl. doubles).
2. — La coloration des tissus chez les animaux vivants (*C. R. Soc. de Biol.*, 3 juillet, p. 624).
3. — Contribution à l'histologie et à la physiologie des Éponges ; 1re note : Technique histologique (*C. R. Soc. de Biol.*, 30 octobre, p. 954).
4. — Articles du *Dictionnaire encyclopédique* : Œuf, Organogénèse, Oligochètes, Olivides, Orthocome, Orthopode, Ovula, Ovule, Paleothérium, Pentastomides, Phylloxera, Pœcilogonie, Primaire (Ère), Primitive (Ère), Protée, Protochordes, Protozoaires, Proboscidiens, Ptéropodes, Ptérocères, Progénèse, Psélaphides, Psyllides, Purpurides, etc.

1898

1. — Contribution à l'histo-physiologie des Éponges ; 2e note : Les fibres des Reniera (*C. R. Soc. de Biol.*, 15 janvier, p. 68).
2. — Contribution à l'histo-physiologie des Éponges ; 3e note : Action des substances colorantes sur les Spongilles vivantes (*C. R. Soc. de Biol.*. 26 mars, p. 351).
3. — Les fibres des Reniera (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, pp. 1-43 (avec 7 fig. et 1 pl.).
4. — Action des substances colorantes sur les Éponges vivantes (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, p. 187-219).
5. — Note sur la nutrition des Éponges (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, pp. 219-220.)
6. — Défense de l'organisme chez les Spongilles (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t XXXIV pp. 220-224.)
7. — Coloration de quelques Protozoaires à l'état vivant (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, pp. 224-226 (avec 1 fig.).
8. — Coloration des Méduses à l'état vivant (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, p. 226-228 (avec 2 fig.).
9. — Action du rouge Congo sur des Diatomées, des Oligochètes et des Cyclops (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, pp. 228-229).
10. — Action d'un mélange coloré sur les radicelles d'un saule (*Journ. Anat. et de Physiol.* t. XXXIV, p. 229).
11. — Colorants réactifs des substances acides (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIV, p. 229).
12. — Articles du *Dictionnaire encyclopédique* : Radiolaires, Race, Ratites, Réviviscence, Régénération, Ripiphorides, Secondaire (Ère), Silphides, Siphonophores, Sturnidés, Tactisme, Tectinibranches, Tertiaire (Ère), Toxiglosses, Trichotrachélides, etc.
13. — Cours libre sur l'Embryologie des Mammifères : Organes et éléments sexuels, Fécondation, Étude des premiers stades embryonnaires, Organes de protection de l'embryon, Formation des tissus.

1899

1. — La spermatogenèse du Moineau pendant l'hiver (*C. R. Soc. de Biol.*, 12 mai, p. 327).
2. — La préspermatogenèse chez le Moineau (*C. R. Soc. de Biol.*, 9 décembre (avec 1 fig.).
3. — Les causes et les conséquences de la présence des réserves nutritives dans les

œufs (Leçon extraite d'un cours libre d'Embryologie, *Miscellanées biologiques travaux de la station zoologique de Wimereux*, t. VII, pp. 402-452).

4. — Cours libre sur l'Embryologie des Mammifères : L'œuf au point de vue de l'embryologie générale. La nutrition de l'embryon et du fœtus. Développement des appareils digestif et respiratoire.

1900

1. — Le noyau dans la division directe des spermatogonies (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 89).
2. — Le fonctionnement des testicules chez les Oiseaux (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 386).
3. — Étude sur la spermatogenèse chez le Moineau domestique (*Journ. Anat. et de Physiol.*, pp. 160-185 (avec 8 fig. et 1 pl. en couleur).
4. — Incubation d'œufs de Poule retirés de leurs coquilles (*C. R. Soc. de Biol.*, 16 juin).
5. — Résistance des œufs à une humidité excessive (*C. R. Soc. de Biol.*, 30 juin).
6. — Développement d'ovules de Poule incubés dans de l'albumen de Canard (*C. R. Soc. de Biol.*, 28 juillet).
7. — La défense de l'œuf (*Journ. Anat. et de Physiol.*, pp. 458-465).
8. — L'enseignement de l'Embryologie pouvant unir plusieurs facultés ou écoles d'une même Université. Rapport présenté au *Congrès de l'Enseignement supérieur à Paris* (*C. R.*, pp. 267 et 381), publié par la *Rev. intern. des sc.*, n° du 15 septembre, p. 1010 et par la *Rev. intern. de l'Enseignement*, 1901, p. 109).
9. — L'allotrophie (Leçon du professeur Giard) (*Bullet. de l'Assoc. des élèves de la Fac. des sc. de Paris*).
10. — La périodicité et la précocité sexuelles chez l'homme (*C. R. Acad. des sc.*, 20 octobre).
11. — L'enseignement de l'Embryologie à l'étranger (*Journ. Anat. et de Physiol.*, novembre-décembre, pp. 649-662).
12. — La préspermatogenèse (*C. R. du XIIIe Congrès intern. de méd.*, section d'Histologie et d'Embryologie, Paris, pp. 40-42).
13. — Cellules germinatives, ovules mâles, cellules de Sertoli (*C. R. Ac. des sciences*, 24 décembre).
14. — A propos des « Éléments de physiologie », de M. F. Laulanié (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVI, p. 363).
15. — Analyses : *Atlas d'Histologie normale*, par Rabaud et Monpillard (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVI, p. 580).
    La coagulation du sang, par M. Artus (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVI, p. 152).
    Les actions moléculaires dans l'organisme, par A. Bordier (*Journ. Anat. et de Physiol.*, p. 152).
    Recherches histologiques sur la structure du tissu osseux des Poissons, par P. Stéphan (*Rev. gén. des sc.*).
16. — Cours libre sur l'Embryologie des Mammifères : La précocité et la périodicité sexuelles chez l'Homme. L'Alimentation de l'embryon et du nouveau-né. Vie autonome, vie parasitaire, vie larvaire libre.

1901

1. — Les Blastodermes sans embryon (*C. R. Acad. des sc.*, 11 février).
2. — Grenouille femelle présentant les caractères sexuels secondaires du mâle (*C. R. Soc. de Biol.*, 23 février, p. 204).
3. — La préspermatogenèse (suite et fin) (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVII, pp. 193-216).

4. — Sur l'Enseignement de l'Embryologie en France (Réponse à M. Nicolas) (*Rev. gén. des sc.*, 30 mars).
5. — Sur la valeur de la Chromatine nucléaire comme substratum de l'hérédité (*C. R. Soc. de Biol.*, 9 mars, p. 264).
6. — Contribution à l'Histoire des sciences. Origine et développement de l'Enseignement de l'histoire naturelle à la Faculté des sciences de Paris (*Rev. int. de l'enseig.*, t. XLII, pp. 20, 155, 227, 489).
7. — Influence du jeûne sur la spermatogenèse (*C. R. Soc. de Biol.*, juillet, p. 856).
8. — Influence de la néphrectomie sur la spermatogenèse (*C. R. Soc. de Biol.*, juillet, p. 855).
9. — Formation des spermatozoïdes chez le Moineau (*C. R. Acad. des sc.*, novembre et *C. R. Soc. de Biol.*, novembre, p. 972).
10. — Origine et rôle de la cellule de Sertoli dans la spermatogenèse (*C. R. Soc. de Biol.*, novembre, p. 974).
11. — Revue annuelle d'Embryologie (*Rev. gén. des sc.*, t. XII, pp. 1128-1140).
12. — Analyses. Le pharynx (Anatomie et Physiologie), par C. Chauveau (*Journ. Anat. et de Physiol.*, p. 246).
    Manuel d'Histologie pathologique, 1er vol., par Cornil et Ranvier (*Journ. Anat. et de Physiol.*, pp. 468-472).
13. — Cours libre à la Faculté des sciences : La spermatogenèse, le spermatozoïde et la fécondation. Développement du système nerveux et des organes des sens.

1902

1. — Sur l'origine du testicule et sur sa nature glandulaire (*C. R. Soc. de Biol.*, 18 janvier, p. 57).
2. — Formation et fonctionnement de l'épithélium séminifère chez le Moineau (*Bibl. Anat.*, pp. 71-82 (avec 6 fig.).
3. — Étude sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique ; 2e partie : La spermatogenèse proprement dite (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVIII, pp. 112-177 (avec 10 fig. et 4 pl.).
4. — Terminaisons nerveuses et éléments glandulaires de l'épithélium séminifère (*C. R. Soc. de Biol.*, 22 mars, p. 346).
5. — Sur l'origine épithélio-glandulaire des cellules séminales (*C. R. Acad. des sc.*, 14 avril).
6. — Sur l'origine embryonnaire et l'évolution de la sécrétion interne du testicule (*C. R. Soc. de Biol.*, 19 juillet, p. 952).
7. — Sur les fonctions du corps de Wolff chez l'embryon d'Oiseau (*C. R. Soc. de Biol.*, 19 juillet, p. 958).
8. — Sur le lieu d'origine, la nature et le rôle de la sécrétion interne du testicule (*C. R. Soc. de Biol.*, 26 juillet, p. 1034).
9. — Sur la sécrétion interne du testicule et en particulier sur celle de la cellule de Sertoli (*Bibl. anat.*, t. XI, pp. 169-196 (avec 23 fig. en texte).
10. — La sécrétion interne du testicule chez l'embryon et chez l'adulte (*C. R. Acad. des sc.* 28 juillet).
11. — Biologie et morale (simples réflexions à propos d'un livre récent) (*Rev. scientif.*, 11 octobre 1902, pp. 449-456).
12. — Revue annuelle d'embryologie. Première partie : Enseignement, Travaux généraux, Nutrition de l'embryon (*Rev. gén. des sc.*, 15 décembre 1902, pp. 1139-1147 (avec 1 fig.).
13. — Revue annuelle d'embryologie. Deuxième partie : Appareil digestif, Tératologie (*Rev. gén. des sc.*, 30 décembre 1902, pp. 1188-1199 (avec 15 fig.).
14. — Cours libre à la Faculté des sciences : Les origines de la sexualité. Son évolution et organisation chez les animaux.

15. — Analyses : L'unité dans l'être vivant, par F. Le Dantec (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXVIII, p. 327).
L'hérédité acquise, ses conséquences horticoles, agricoles et médicales, par J. Costantin (*Journ. Anat. et de Physiol.*).
L'embryologie en quelques leçons, par Ch. Debierre (*Journ. Anat. et de Physiol.*).

1903

1. — Expériences sur la conjugaison des infusoires (*C. R. Soc. de Biol.*, 10 janvier, p. 53).
2. — Sur les causes de sénescence chez les protozoaires (*C. R. Soc. de Biol.*, 10 janvier, p. 55).
3. — La précocité et la périodicité sexuelles chez l'Homme (*Bullet. scient. de la France et de la Belgique*, t. XXXVII, p. 480-494 (avec 3 schém.).
4. — Sur l'emploi d'une ancienne méthode de Weigert dans la spermatogenèse (*C. R. Soc. de Biol.*, 28 mars, p. 454).
5. — La sexualité. Définition et classification des caractères sexuels (*Rev. scient.*, 30 mai).
6. — Sur la sénescence et sur la conjugaison des protozoaires (Expériences et théories nouvelles) (*Zool. Anz.*, t. XXVI, pp. 484-495).
7. — Les facteurs primaires de l'évolution (facteurs cosmiques), cours professé à la Sorbonne par M. Giard, rédigé par Gustave Loisel, 1 broch. in-8°, pp. I-XVI, 1-80 (*Publ. de l'Ass. des élèves de la Fac. des sc. de Paris*).
8. — Essai sur la technique microchimique comparative de la lécithine et des graisses neutres (*C. R. Soc. de Biol.*, 6 juin, p. 703).
9. — Élaborations graisseuses périodiques dans le testicule des Oiseaux (*C. R. de l'Assoc. des anat.*, 5e session, Liége, pp. 222-227, 1 fig.).
10. — Origine et fonctionnement de la glande germinative chez les embryons d'oiseaux (*C. R. de l'Assoc. des anat.*, 5e session, Liége, pp. 204-207).
11. — Recherches de statistique sur la descendance des pigeons voyageurs (*Assoc. franc. pour l'avancem. des sc., C. R. du Congrès d'Angers*, pp. 760-764).
12. — Les corrélations des caractères sexuels secondaires (*Rev. de l'École d'anthr.*, t. X, pp. 325-340).
13. — Les graisses du testicule chez quelques Sauropsidés (*C. R. Soc. de Biol.*, 27 juin, p. 826).
14. — Les graisses du testicule chez quelques Mammifères (*C. R. Soc. de Biol.*, 18 juillet, p. 1009).
15. — Croissance comparée en poids et en longueur des fœtus mâle et femelle dans l'espèce humaine (Note préliminaire) (*C. R. Soc. de Biol.*, 31 octobre, p. 1235).
16. — Activité de croissance comparée dans les fœtus mâle et femelle de l'espèce humaine (*C. R. Soc. de Biol.*, 31 octobre, p. 1237).
17. — Les poisons des glandes génitales. 1. Recherches et expérimentation chez l'Oursin (*C. R. Soc. de Biol.*, 14 novembre, p. 1329).
18. — A propos d'un projet de création d'un enseignement supérieur féminin (*Rev. intern. de l'enseign.*).
19. — Analyses : Manuel d'histologie pathologique ; 2e vol., par Cornil et Ranvier (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 93).
Les fonctions hépatiques, par Gilbert et Carnot (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 95).
Encyklopädie der mikroskopischen Technik mit besonderer Berücksichtigung der Farbelehre, *Berlin et Wien*, 2 vol. (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 553).
Traité de Biologie, par Félix Le Dantec (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, pp. 547-550).

Éléments de physiologie, par F. Laulanié (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 554).
Entwickelungsgeschichte des weiblichen Genitalapparates, par H. Bayer (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 556).
Précis d'histologie humaine, par F. Tourneux (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX.)
A Laboratory text-book of Embryology, par Ch.-S. Minot (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 558).
Histoire des maladies du pharynx, par C. Chauveau et Pathologie comparée du pharynx, par C. Chauveau (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XXXIX, p. 451).
Les jeux des animaux, par R Groos (*Rev. intern. de l'enseign.*).

20. — Cours libre à la Faculté des sciences : Théories générales de la sexualité.

1904

1. — Sur les sécrétions chimiques de la glande génitale mâle (A propos d'une prétendue glande interstitielle du testicule) (*C. R. Soc. de Biol.*, 9 janvier, p. 27).
2. — Revue annuelle d'embryologie, 1re partie : Croissance, Développement, Métamorphoses (*Rev. gén. des sc.*, 30 janvier, p. 86).
3. — Revue annuelle d'embryologie. 2e partie : Recherches sur l'œuf, Technique embryologique (*Rev. gén. des sc.*, 15 février, p. 144-153).
4. — Contribution à l'étude des sécrétions chimiques des glandes génitales (*suite*). Les pigments élaborés par le testicule du Poulet (*C. R. Soc. de Biol.*, 5 mars, p. 404).
5. — Les caractères sexuels secondaires et le fonctionnement des testicules chez la Grenouille (*C. R. Soc. de Biol.*, 12 mars, p. 446).
6. — Sur l'origine et la double signification des cellules interstitielles du testicule (*C. R. Soc. de Biol.*, 12 mars, p. 448).
7. — Les poisons des glandes génitales (*suite*). II. Recherches sur les ovaires des grenouilles vertes (*C. R. Soc. de Biol.*, 19 mars, p. 504).
8. — La Descendance de l'Homme et les idées de Hæckel sur les méthodes de l'embryologie générale (*La Revue des idées*, 15 avril, p. 306-309).
9. — Les poisons des glandes génitales (*suite*). III. Recherches comparatives sur les toxalbumines contenues dans divers tissus de Grenouille (*C. R. Soc. de Biol.*, 28 mai, p. 883).
10. — Les poisons des glandes génitales (*suite*). IV. Recherches sur les Mammifères. Conclusions générales (*C. R. Soc. de Biol.*, 9 juillet, p. 77).
11. — Conservation des poisons génitaux (*C. R. Société de Biol.*, p. 80).
12. — Substances toxiques extraites des œufs de Tortue et de Poule (*C. R. Soc. de Biol.*, 16 juillet, p. 133).
13. — Recherches de statistique sur la descendance des Pigeons voyageurs (*C. R. du 6e Congrès intern. de zoolog.*, Berne, pp. 663-672).
14. — L'hérédité de la pigmentation chez les pigeons (*Assoc. franç. pour l'avancem. des sc.*, (*C. R. du Congrès de Grenoble*, p. 262).
15. — Les lois de Mendel et l'hérédité (*La Revue des idées*, 15 avril, p. 306).
16. — Les problèmes du déterminisme sexuel et de la procréation des sexes (*La Revue des idées*, 15 décembre, pp. 908-920 et 15 janvier 1905, pp. 47-63).
17. — Les phénomènes de sécrétion dans les glandes génitales (Revue générale et faits nouveaux). I. Les sécrétions dans les ébauches indifférentiées des glandes génitales (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XL, pp. 536-562, avec 9 fig.).
18. — Analyses : Études de psychologie physiologique et pathologique, par E. Gley (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XL, p. 563).
Manuel technique d'histologie, par Ph. Stöhr, trad. franç. (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XL, p. 566).
International catalogue of scientific literature (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XL, p. 222).

1905

1. — Les phénomènes de sécrétion dans les glandes génitales (*suite*). II. Les sécrétions des ovaires (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XLI, pp. 58-93 (avec 5 fig.).
2. — Évolution des idées générales sur la sexualité :
   I. Des anciens à la fin du dix-huitième siècle (*Rev. gén. des sc.*, pp. 10-19).
   II. Dix-neuvième et vingtième siècle (*Rev. gén. des sc.*, pp. 65-75).
3. — Revue annuelle d'embryologie : Parthénogenèse. Fécondation. Gastrulation des vertébrés. Sur la ligne primitive. Formation du corps de l'embryon. Théories sur la Gastrula. Germinogonie (*Rev. gén. des sc.*, 30 avril, pp. 376-292 (et 11 fig.).
4. — La question de la Télégonie (*C. R. Soc. de Biol.*, 4 mars, p. 430 et *Revue des idées*, p. 340).
5. — Stérilité et alopécie chez les Cobayes soumis antérieurement à l'influence des poisons ovariens de Grenouille (*C. R. Soc. de Biol.*, 11 mars et *C. R. Acad. des sc.*, mars, p. 463).
6. — Études sur l'hérédité de la coloration du plumage chez les Pigeons voyageurs (*C. R Soc. de Biol.*, 11 mars, p. 465).
7. — L'individu femelle, Définition, Caractéristique générale (*La Revue des idées*, n° 17, pp. 356-361).
8. — La fasciculation des spermatozoïdes dans le testicule (*C. R. du Cong. de l'Assoc. des Anat.*, session internationale de Genève, avec 1 fig. (en publication).
9. — Expériences sur la toxicité des œufs de Canard (*C. R. Soc. de Biol.*, 4 novembre, p. 400).
10. — Toxicité des œufs de Poule et de Canard (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 403 et *C. R. Acad. des sciences*).
11. — Croissance de Cobayes normaux ou soumis à l'action du sel marin ou du sperme de Cobaye (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 506).
12. — Toxicité du liquide séminal de Cobaye, de Chien et de Tortue (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 509).
13. — Considérations générales sur la toxicité des produits génitaux (*C. R. Soc. de Biol.* p. 511).
14. — Recherche des graisses et des lécithines dans les testicules de Cobaye en évolution (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 584).
15. — Les substances grasses dans les glandes génitales d'Oursin en activité sexuelle (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 586).
16. — Contribution à l'étude de l'hybridité (Œufs de Canards ordinaires et de Canards hybrides (*C. R. Soc. de Biol.*, p. 587).
17. — Analyses : Controverses transformistes, par Alfred Giard (*Journ. Anat. et de Physiol.*, t. XLI, p. 236).
    Recherches nouvelles sur la glande hypophysaire, par E. Launois (*Journ. Anat. et de Physiol.*, p. 239).
    Les lois naturelles. Réflexions d'un biologiste sur les sciences, par F. Le Dantec (*Rev. int. de l'enseign.*).
18. — L'œuf femelle (*Rev. de l'École d'anthropol.*, 1905, pp. 361-366).
19. — Expériences sur l'hérédité du Coq et du Canard (*Assoc. franç. pour l'avanc. des sc.*), (sous presse).
20. — Expériences sur l'hérédité du Lapin (*Assoc. franç., pour l'avanc. des sc.*), (sous presse).
21. — Caractères sexuels de la Tortue (*Assoc. franç. pour l'avanc. des sc.*), (sous presse).
22. — Projet de réorganisation de la ménagerie du Muséum (*Rev. intern. de l'enseignement*), (sous presse).

TABLE DES MATIÈRES

I

TITRES

II

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

PREMIÈRE PARTIE

VUES D'ENSEMBLE SUR LES DIVERS ORDRES DE RECHERCHES

DEUXIÈME PARTIE

EXPOSÉ MÉTHODIQUE DES TRAVAUX

TROISIÈME PARTIE

LISTE CHRONOLOGIQUE OES TRAVAUX